

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN APRON  
PADA BANDAR UDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN  
MENGUNAKAN METODE *FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA)***



**Disusun oleh :**

**NASRAH**

**4516041196**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2022**



**UNIVERSITAS BOSOWA**  
Jalan Urip Sumoharjo Km. 4, Makassar – Sulawesi Selatan  
Telp. 0411 452 901 – 452 789 Fax. 0411 424 568  
<http://www.universitaspbosowa.ac.id>

**FAKULTAS TEKNIK**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Nomor : A.1233/FT/UNIBOS/VIII/2022 tanggal 29 Agustus 2022, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada:

Hari / tanggal : Rabu, 31 Agustus 2022  
Nama Mahasiswa : **NASRAH**  
No. Stambuk : **45 16 041 196**  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil  
Judul : **Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan *Apron* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode *Federal Aviation Administration (FAA)***

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**Tim Penguji Tugas Akhir :**

Ketua / Ex. Officio : **Ir. H.Abdul Rahim Nurdin, M.T.** (.....)  
Sekretaris / Ex. Officio : **Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T.** (.....)  
Anggota : **Dr.Suryani Syahrir, S.T., M.T.** (.....)  
: **Dr. Ir. Ahmad Yauri Yunus, S.T.,M.T.** (.....)

Makassar, 31 Agustus 2022

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**Dr. H.Nasrullah, S.T., M.T.**  
NIDN. 090007101

  
**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.**  
NIDN. 0001056502

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah Subhana Wata'ala. atas rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.

Adapun judul Tugas Akhir yang penulis ajukan adalah “Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan *Apron* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode *Federal Aviation Administration (FAA)*”. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sjana pada Program Studi Teknik Sipil/ Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan Tugas Akhir ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling penulis yang mendukung dan membantu. Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Batara Surya, S.T., M.si selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar
2. Bapak Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
3. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T selaku Ketua Jurusan Teknis Sipil
4. Bapak Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, M.T dan bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T sebagai dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengalaman kepada penulis
5. Ibu Dr. Suryani Syahrir, S.T., M.T dan bapak Dr.Ir.Ahmad Yauri Yunus, S.T.,M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan laporan skripsi kepada penulis
6. Segenap dosen jurusan Teknik Sipil yang telah mendidik dan memberi ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini
7. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu

Semoga segala kebaikan dan petolongan semuanya mendapat berkah dari Allah. dan akhirnya penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu penulis dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik membangun dari semua pihak.

Makassar, Juli 2022

Penulis

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nasrah  
Nomor Stambuk : 45 16 041 196  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Analisis Perencanaan Stuktur Perkerasan *Apron*  
pada Bandar Udara Internasional Sultan  
Hasanuddin menggunakan Metode *Federal  
Aviation Adminstration (FAA)*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan/mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan sipil fakultas teknik universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Mei 2022  
Yang menyatakan

  
(Nasrah)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah Subhana Wata'ala. atas rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.

Adapun judul Tugas Akhir yang penulis ajukan adalah “Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan *Apron* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode *Federal Aviation Administration (FAA)*”. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sjana pada Program Studi Teknik Sipil/ Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan Tugas Akhir ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling penulis yang mendukung dan membantu. Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Batara Surya, S.T., M.si selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar
2. Bapak Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
3. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T selaku Ketua Jurusan Teknis Sipil
4. Bapak Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, M.T dan bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T sebagai dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengalaman kepada penulis
5. Ibu Dr. Suryani Syahrir, S.T., M.T dan bapak Dr.Ir.Ahmad Yauri Yunus, S.T.,M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan laporan skripsi kepada penulis
6. Segenap dosen jurusan Teknik Sipil yang telah mendidik dan memberi ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini
7. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu

Semoga segala kebaikan dan petolongan semuanya mendapat berkah dari Allah. dan akhirnya penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu penulis dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik membangun dari semua pihak.

Makassar, Juli 2022

Penulis

**SURAT PERNYATAAN  
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nasrah  
Nomor Stambuk : 45 16 041 196  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Analisis Perencanaan Stuktur Perkerasan *Apron* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode *Federal Aviation Administration (FAA)*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan/mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan sipil fakultas teknik universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Mei 2022  
Yang menyatakan

**(Nasrah)**

## ABSTRAK

**NASRAH.** *Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Apron pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode Federal Aviation Administration (FAA) (dibimbing oleh **Rahim Nurdin** dan **Tamrin Mallawangeng**)*

*Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menganalisis tebal struktur perkerasan apron dengan tipe pesawat rencana Boeing 747-400 pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode Federal Aviation Administration.*

*Fokus penelitian ini berlokasi di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. Data yang diperlukan meliputi data sekunder berupa data lalu lintas pergerakan pesawat dari tahun 2014-2018, layout apron dan data hasil pengujian tanah dasar California Bearing Ratio serta data pengujian lainnya.*

*Hasil analisis perencanaan didapatkan tebal struktur perkerasan apron dengan tipe pesawat rencana Boeing 747-400 pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode Federal Aviation Administration diperoleh ketebalan subbase 20 cm, base course (stabilized) 15 cm dan surface f'c 33,2 MPa setebal 41 cm..*

**Kata kunci:** Analisis, perencanaan, Apron, Federal Aviation Administration

## ABSTRACT

**NASRAH.** *Analysis of Apron Pavement Structure Planning at Sultan Hasanuddin International Airport using The Federal Aviation Administration (FAA) method (guided by **Rahim Nurdin** and **Tamrin Mallawangeng**)*

*This study aims to determine and analyze thickness of apron pavement structure with Boeing 747-400 aircraft type at Sultan Hasanuddin International Airport using the Federal Aviation Administration method.*

*This research is located at Sultan Hasanuddin International Airport Makassar. Data required includes secondary data in the form of aircraft movement traffic data from 2014 to 2018, apron layout and subgrade test California Bearing Ratio data as well as other data.*

*The results of the planning analysis obtained the thickness of apron pavement structure with Boeing 747-400 aircraft type at Sultan Hasanuddin International Airport using the Federal Aviation Administration method, the thickness of subbase was 20 cm, base course (stabilized) was 15 cm and surface  $f'c$  33,2 MPa was 41 cm.*

**Keywords:** Planning, analysis, Apron, Federal Aviation Administration



## DAFTAR ISI

|  | Halaman     |
|--|-------------|
| Halaman Judul .....  | i           |
| Lembar Pengesahan .....  | ii          |
| Kata Pengantar .....   | iii         |
| Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....  | iv          |
| Abstrak.....   | v           |
| Daftar Isi .....   | vi          |
| Daftar Notasi.....   | viii        |
| Daftar Tabel .....   | xi          |
| Daftar Gambar .....  | xii         |
| Daftar Lampiran .....  | xiii        |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>   | <b>I-1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....   | I-1         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....  | I-4         |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....   | I-4         |
| 1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah .....  | I-5         |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....   | I-7         |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>  | <b>II-1</b> |
| 2.1 Bandar Udara.....  | II-1        |
| 2.1.1 Pengertian Bandar Udara .....  | II-1        |
| 2.1.2 Jenis Bandar Udara .....   | II-5        |
| 2.1.3 Sistem Bandar Udara .....  | II-8        |
| 2.2 <i>Aircraft Classification Number (ACN) dan Pavement<br/>        Classification Number (PCN)</i> ..... | II-21       |
| 2.2.1 Definisi ACN dan PCN .....   | II-21       |
| 2.2.2 ACN/PCN.....   | II-23       |
| 2.3 Perkerasan.....  | II-27       |
| 2.3.1 Perkerasan Lentur ( <i>Flexible Pavement</i> ) .....   | II-31       |
| 2.3.2 Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ).....   | II-31       |
| 2.4 Karakteristik Pesawat Udara .....  | II-32       |
| 2.5 Komponen Berat Pesawat .....   | II-36       |
| 2.6 Pesawat Terbang Rencana ( <i>Aircraft Design</i> ) .....   | II-42       |

|                                   |  |       |
|-----------------------------------|--|-------|
| 2.7                               | Volume Lalu Lintas .....   | II-45 |
| 2.8                               | Modulus Reaksi Tanah Dasar .....   | II-48 |
| 2.9                               | Kekuatan Lentur Beton ( <i>Flexural strength Concrete</i> ) .....                            | II-51 |
| 2.10                              | Metode <i>Federal Aviation Administration (FAA)</i> .....                                    | II-51 |
| BAB III METODE PENELITIAN .....   |  | III-1 |
| 3.1                               | Pengumpulan Data .....   | III-1 |
| 3.2                               | Lokasi Penelitian .....  | III-2 |
| 3.3                               | Teknik Pengumpulan Data .....  | III-3 |
| 3.4                               | Tahap Penelitian .....   | III-3 |
| 3.5                               | <i>Flow Chat</i> Penelitian .....  | III-5 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |  | III-1 |
| 4.1                               | Data Lalu lintas Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin.....                   | IV-1  |
| 4.2                               | Rata-rata Angka Pertumbuhan Pergerakan Pesawat dan Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan ..... | IV-1  |
| 4.3                               | Konfigurasi Roda Pendaratan Utama dan MTOW <i>Aircraft</i> ..                                | IV-4  |
| 4.4                               | Penentuan Pesawat Rencana.....   | IV-5  |
| 4.5                               | <i>Annual Departure</i> Pesawat Campuran (R2).....   | IV-6  |
| 4.6                               | Beban Roda Pesawat Camuran (W2).....   | IV-7  |
| 4.7                               | <i>Equivalent Annual Departure</i> Pesawat Rencana (R1) .....                                | IV-8  |
| 4.8                               | Penentuan Tebal Perkeran Strukur Apron .....   | IV-9  |
| 4.8.1                             | Modulus Tanah Dasar ( <i>k</i> ) .....   | IV-9  |
| 4.8.2                             | Kekuatan Lentur Beton ( <i>flexural strength</i> ) .....                                     | IV-11 |
| 4.8.3                             | Penentuan Tebal Perkerasan Struktur Apron .....  | IV-12 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....  |  | V-1   |
| 5.1                               | Kesimpulan .....   | V-1   |
| 5.2                               | Saran .....  | V-1   |
| DAFTAR PUSTAKA .....              |  | xiv   |

## DAFTAR NOTASI

|                    |  |
|--------------------|--|
| A                  | : <i>High</i> , kategori <i>subgrade</i>   |
| AASHTO             | : <i>American Association of State Highway and Transport Officials</i>   |
| AC                 | : <i>Advisory Circular</i> , standar dari federasi penerbangan   |
| ACN                | : <i>Aircraft Classification Number</i>  |
| <i>Aerodrome</i>   | : kawasan di daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan pesawat untuk mendarat dan lepas landas  |
| <i>Apron</i>       | : Tempat parkir pesawat  |
| B                  | : <i>Medium</i> , kategori <i>subgrade</i>   |
| C                  | : <i>Low</i> , kategori <i>subgrade</i>  |
| CBR                | : <i>California Bearing Ratio</i>  |
| D                  | : <i>Ultra Low</i> , kategori <i>subgrade</i>  |
| <i>Dual Tandem</i> | : Konfigurasi roda dua ganda   |
| <i>Dual</i>        | : Konfigurasi roda ganda   |
| EAD                | : <i>Equivalent Annual Departures</i> , volume lalu lintas udara   |
| ELMOD 6            | : Program komputer yang digunakan dalam analisis material properties perkerasan, yaitu nilai modulus elastisitas yang sesuai dan menggambarkan kondisi eksisting |
| F                  | : <i>Flexible</i> , jenis perkerasan   |
| FAA                | : <i>Federal Aviation Administration</i>   |
| $fc'$              | : Kuat tekan beton   |
| HWD                | : <i>Heavy Weight Deflectometer</i>  |
| i                  | : Persen angka pertumbuhan   |
| ICAO               | : <i>International Civil Aviation Organization</i>   |
| IMF                | : <i>International Monetary Fund</i>   |
| Item P-154         | : <i>Subbase course</i>  |

|                |  |
|----------------|--|
| Item P-208     | : <i>Aggregate base course</i>                           |
| Item P-209     | : <i>Crushed aggregate base course</i>                   |
| Item P-211     | : <i>Lime rock base course</i>                           |
| Item P304      | : <i>Cement treated base course</i>                      |
| Item P-306     | : <i>Econocrete subbase course</i>                       |
| Item P-401     | : <i>Plant mix bitumious pavement</i>                    |
| K              | : Konstanta  |
| k              | : Modulus tanah dasar                                    |
| <i>Landing</i> | : Pesawat lepas landas                                   |
| Lb             | : Satuan berat pound                                     |
| Lbs            | : Satuan berat pound                                     |
| MR             | : <i>Modulus of rupture (Flexural strengt)</i>           |
| MSLW           | : <i>Maximum Structural Landing Weight</i>               |
| MSTOW          | : <i>Maximum Structural Take off Weight</i>              |
| MTOW           | : <i>Maximum take off weight</i>                         |
| N              | : Jumlah roda  |
| n              | : Jumlah tahun rencana                                   |
| OEW            | : <i>Operating Empty Weight</i>                          |
| OWE            | : <i>Operation weight empty</i>                          |
| <i>Payload</i> | : <i>Berat muatan terbayar</i>                           |
| PCN            | : <i>Pavement Classification Number</i>                  |
| R              | : <i>Rigid</i> , jenis perkerasan                        |
| R <sub>0</sub> | : Total pesawat berangkat                                |
| R <sub>1</sub> | : <i>Equivalent Annual Departure</i> pesawat rencana     |
| R <sub>2</sub> | : <i>Annual departure</i> (jumlah keberangkatan tahunan) |
| R <sub>n</sub> | : Proyeksi pergerakan pesawat tahunan                    |

|                 |  |
|-----------------|--|
| <i>Runway</i>   | : Landas pacu                                  |
| <i>Single</i>   | : Konfigurasi roda tunggal                     |
| T               | : <i>Technical</i> , metode evaluasi           |
| <i>Take off</i> | : Pesawat mengudara                            |
| <i>Taxyway</i>  | : Landas hubung                                |
| U               | : <i>Using Aircraft</i> , metode avaluasi      |
| W               | : <i>High</i> , kode tekanan roda              |
| W1              | : Beban roda pendaratan utama pesawat rencana  |
| W2              | : Beban roda pendaratan utama pesawat campuran |
| <i>Wheel</i>    | : Roda   |
| X               | : <i>Medium</i> , kode tekanan roda            |
| Y               | : <i>Low</i> , kode tekanan roda               |
| Z               | : <i>Ultra Low</i> , kode tekanan roda         |
| ZFW             | : <i>Zero fuel weight</i>                      |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Kategori Daya Dukung Tanah Dasar.....   | II-25   |
| Tabel 2.2 Karakteristik Tekanan Roda Pesawat .....  | II-26   |
| Tabel 2.3 Tata Cara Penulisan PCN .....   | II-26   |
| Tabel 2.4 Jenis material konstruksi perkerasan bandara metode<br>FAA .....  | II-32   |
| Tabel 2.5 Faktor Ekivalen Konfigurasi Sumbu Roda.....   | II-34   |
| Tabel 2.6 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama.....  | II-35   |
| Tabel 2.7 Karakteristik pesawat komersial turbo dengan nilai<br>MTOW <100.000 lbs.....  | II-40   |
| Tabel 2.8 Karakteristik pesawat komersial jet dengan nilai MTOW<br>antara 100.000 lbs sampai dengan 250.000 lbs dan<br>MTOW > 250.000 ..... | II-41   |
| Tabel 2.9 Koreksi Tebal Lapis untuk EAD Total > 25000.....  | II-46   |
| Tabel 2.10 Klasifikasi Tanah Berdasarkan CBR.....   | II-49   |
| Tabel 2.11 Karakteristik Tanah untuk Pondasi .....  | II-50   |
| Tabel 4.1 Tabel Statistik Lalu Lintas Bandar Udara Int's Sultan<br>Hasanuddin Tahun 2014 sampai dengan Tahun 2018 .....                     | IV-1    |
| Tabel 4.2 Pergerakan Pesawat Tahun 2018 .....   | IV-2    |
| Tabel 4.3 Rata-rata Angka Pertumbuhan Pergerakan Pesawat .....  | IV-3    |
| Tabel 4.4 Proyeksi pergerakan pesawat tahunan .....   | IV-3    |
| Tabel 4.5 Konfigurasi roda pendaratan utama dan MTOW <i>Aircraft</i> .....  | IV-4    |
| Tabel 4.6 <i>Annual Departure</i> Pesawat Campuran(R2) .....  | IV-6    |
| Tabel 4.7 Beban Roda Pesawat Campuran (W2) .....  | IV-7    |
| Tabel 4.8 <i>Equivalent Annual Departure</i> Pesawat Rencana (R1).....  | IV-8    |
| Tabel 4.9 Tebal Perkerasan bagi Tingkat EAD>25000.....  | IV-13   |
| Tabel 4.10 Hasil Interpolasi sesuai dengan tingkat EAD Pesawat-ren  | IV-14   |

## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Diagram Sistem Bandar Udara .....   | II-9    |
| Gambar 2.2 Gedung Terminal Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin .....                                | II-11   |
| Gambar 2.3 <i>Runway</i> Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin  | II-12   |
| Gambar 2.4 <i>Apron</i> Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin...                                      | II-14   |
| Gambar 2.5 Parkir <i>nose in</i> .....   | II-18   |
| Gambar 2.6 Parkir <i>angled nose in</i> .....  | II-18   |
| Gambar 2.7 Parkir <i>angled nose out</i> .....   | II-19   |
| Gambar 2.8 Parkir sejajar .....  | II-20   |
| Gambar 2.9 <i>Taxiway</i> Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin                                       | II-20   |
| Gambar 2.10 Ilustrasi Pemodelan Struktur Tipikal.....  | II-29   |
| Gambar 2.11 Detail Potongan Struktur Perkerasan Apron .....  | II-30   |
| Gambar 2.12 <i>Typical Dimensions of Large Aircraft</i> .....  | II-39   |
| Gambar 2.13 <i>Typical Dimensions of Small Aircraft</i> .....  | II-39   |
| Gambar 2.14 <i>Landing Gear Footprint Model Boeing 747-400</i> .....   | II-43   |
| Gambar 2.15 <i>General Dimensions Model Boeing 747-400</i> .....   | II-44   |
| Gambar 2.16 <i>Rigid Pavement Design Curves</i> .....  | II-47   |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....   | III-2   |
| Gambar 3.2 <i>Apron</i> Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin....                                     | III-3   |
| Gambar 3.3 Langkah-langkah Perencanaan Metode FAA .....  | III-5   |
| Gambar 4.1 Nilai $k_{subbase}$ berdasarkan asumsi nilai $k_{subgrade}$ dan asumsi tebal <i>subbase</i> ..... | IV-10   |
| Gambar 4.2 Nilai $k_{subbase}$ yang distabilisasi berdasarkan nilai $k_{subbase}$                            | IV-11   |
| Gambar 4.3 Grafik <i>Rigid Pavement Design Curves, B-747-100, SR 200 B,C,F</i> .....                         | IV-13   |
| Gambar 4.4 Tebal Struktur Perkerasan <i>Apron</i> .....  | IV-15   |

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Foto Dokumentasi

Lampiran II Surat Permintaan Data dan Persetujuan Pengambilan Data

Lampiran III Data Pergerakan Pesawat (Tahun 2014- Tahun 2018)

Lampiran IV Data Pendukung Lainnya:

- a. Karakteristik Pesawat
- b. *Layout Apron* dan Bandara
- c. Laporan Pengujian (CBR)
  - a) *Subgrade*
  - b) *Subbase*
  - c) *Base Course*
  - d) *CTB*

UNIVERSITAS  
**BOSOWA**



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangunan sektor perhubungan dilaksanakan dengan tujuan untuk tercapainya sistem perhubungan yang tertib, aman, teratur, cepat, lancar, efisien dengan biaya yang terjangkau oleh masyarakat luas. Bandar udara sebagai prasarana dalam penyelenggaraan penerbangan merupakan tempat untuk menyelenggarakan pelayanan jasa kebandarudaraan guna menunjang pelaksanaan kegiatan pemerintah dan kegiatan ekonomi lainnya harus ditata secara terpadu guna mewujudkan penyediaan jasa kebandarudaraan yang handal dan berkemampuan tinggi dalam rangka menunjang pembangunan nasional.

Bandar udara (bandara) terdiri dari sisi darat (*landside*) dan sisi udara (*airside*). Fasilitas sisi udara meliputi landas pacu (*runway*), landas hubung (*taxiway*) dan tempat parkir (*apron*) yang memenuhi standar baik segi kekuatan maupun dimensi ukurannya. Demikian pula dengan struktur pekerasan dari fasilitas sisi udara bandar udara yang merupakan prasarana yang sangat penting dalam pengoperasian suatu bandar udara (Dwinanta Utama, 2013).

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin merupakan salah satu bandara Internasional yang arus pergerakan lalu lintasnya cukup padat.. Meskipun berstatus internasional, Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin termasuk bandara yang “*over capacity*” sebab jumlah

penumpang yang dilayani melebihi kapasitas terminal bandara dimana kapasitas terminal bandara adalah 7 juta penumpang / tahun, sementara jumlah penumpang tahun 2017 sebanyak 12.294.226 jiwa dan jumlah penumpang tahun 2018 sebanyak 13.537.770 jiwa (PT Angkasa Pura I : 2019). Dengan semakin ramainya arus penumpang, maka tentunya akan berdampak pada meningkatnya aktivitas penggunaan fasilitas *airside*, yakni *runway*, *taxiway* dan *apron*.

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin berfungsi sebagai tempat transit bagi arus penumpang angkutan udara dari wilayah barat ke timur maupun sebaliknya, terletak 23 km dari kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Pertumbuhan jumlah penumpang dan pesawat yang melalui bandar udara ini meningkat pesat dari tahun ke tahun terutama setelah dibukanya kran *open sky policy* dan persaingan tiket murah serta pelayanan diantara beberapa maskapai penerbangan. Selain itu, pada bulan Oktober 2018 lalu Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin turut berperan dalam *event* pertemuan *IMF World Bank* yakni ajang pertemuan ekonomi tingkat dunia. Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dituntut agar dapat menampung beberapa pesawat untuk mendukung berlangsungnya kegiatan tersebut di Bali.

*Apron* Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar saat ini memiliki luas 157.600 m<sup>2</sup>, memiliki 37 *parking stand* namun hanya 34 *parking stand* yang aktif dan dilengkapi dengan 6 buah garbarata (*aviobridge*), menggunakan K-400 sebagai *rigid pavement* dan dapat

menampung pesawat berbadan besar seperti Boeing 747. Selain itu, juga sudah ada tambahan sebanyak 8 *parking stand* pada akhir 2018 lalu. Sementara, menurut Bayurezeky (2017), kebutuhan *apron* di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar beberapa tahun kedepan (*forecasting*) berdasarkan peramalan pergerakan jumlah pesawat per tahun, diperoleh kebutuhan *apron* bandara di tahun 2020 ialah sebanyak 34 *parking stand*, kebutuhan *apron* di tahun 2025 sebanyak 43 *parking stand* dan kebutuhan *apron* di tahun 2030 sebanyak 53 *parking stand* jika waktu pesawat menempati *apron* selama 71 menit.

Adapun fungsi *apron* selain sebagai tempat parkir pesawat juga sebagai tempat pengisian bahan bakar pesawat dan menaikkan serta menurunkan penumpang, sehingga seberapa besar kemampuan *apron* sangatlah berpengaruh pada tingkat pelayanan kebandarudaraan khususnya Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Perencanaan perkerasan adalah suatu struktur yang utama pada konstruksi *apron* dituntut mampu menerima dan memikul beban pesawat yang direncanakan dengan tepat. Perencanaan struktur perkerasan fasilitas sisi udara harus menggunakan metode atau standar yang diperbolehkan secara internasional. Salah satu metode perancangan (*design*) perkerasan yang umum digunakan adalah metode *Federal Aviation administration (FAA)*.

Perencanaan perkerasan *apron* berbeda dengan perencanaan pada perkerasan jalan biasa karena perencanaan *apron* berdasarkan jenis dan

tipe pesawat yang akan dilayani dan sumbu pembebanan juga berbeda. Berdasarkan hal tersebut, maka perlunya analisis dalam merencanakan tebal lapis perkerasan pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Maka dari itu, disusunlah tugas akhir dengan judul “**Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Apron pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode *Federal Aviation Administration (FAA)*”**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari permasalahan penelitian ini yakni berapakah tebal struktur perkerasan *apron* dengan tipe pesawat rencana *Boeing 747-400* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode *Federal Aviation Administration (FAA)*?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

Untuk menentukan dan menganalisis tebal struktur perkerasan *apron* dengan tipe pesawat rencana *Boeing 747-400* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode *Federal Aviation Administration (FAA)*.

### **1.3.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yakni diantaranya sebagai berikut:

1. Menambah wawasan tentang kebandarudaraan terutama pada sisi udara (*airside*)
2. Menambah wawasan mengenai struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada *apron* Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin
3. Mengetahui tahapan perhitungan perencanaan struktur *apron*
4. Merupakan bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya

### **1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah**

#### **1.4.1 Pokok Bahasan**

1. Mengumpulkan sekunder sebagai penunjang penelitian di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin
2. Membuat perhitungan berdasarkan parameter-parameter yang dibutuhkan dari data sekunder yang diperoleh untuk menentukan tebal perkerasan struktur *apron* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin
3. Melakukan analisis hasil perhitungan untuk menentukan tebal perkerasan struktur *apron* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin

#### 1.4.2 Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan agar analisis data sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini. Berikut batasan masalah dari penelitian ini:

1. Area perhitungan analisis pada struktur *rigid pavement* yakni hanya pada *apron (airside)* Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin
2. Ditentukan satu tipe pesawat yakni tipe pesawat rencana *Boeing 747-400* yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan *apron*
3. Penentuan tebal lapisan perkerasan *apron*
4. Perhitungan penentuan tebal perkerasan *apron* hanya menggunakan metode *FAA*
5. Penggunaan data dari Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin hanya dimaksudkan untuk keperluan contoh proses desain saja dan tidak dimaksudkan untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang ada pada bandara tersebut
6. Lokasi bandara adalah Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar
7. Data yang digunakan adalah data sekunder
8. Mutu beton yang digunakan dalam perencanaan adalah  $f'c$  33,2 Mpa

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini disajikan dalam lima bab yang berurutan sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Merupakan gambaran singkat tentang pola umum penyajian tugas akhir yang berisi uraian latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan mafaat peneltian, serta sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori dan penjelasan yang menyangkut kajian teknis dan finansial berupa pengertian, fungsi, penggolongan dan rumus perhitungan.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang pengumpulan data, teknik pengumpulan data, tahap penelitian yakni perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) metode FAA.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil – hasil tinjauan penelitian.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dan saran-saran yang diharapkan sesuai dengan tujuan dan manfaat hasil kajian teknis penelitian.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bandar Udara

##### 2.1.1 Pengertian Bandar Udara

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 40 Tahun 2012 tentang pembangunan dan pelestarian hidup bandar udara, Bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. Bandar udara adalah tempat persinggahan pesawat terbang (alat transportasi udara) digunakan untuk mendarat dan lepas landas untuk melakukan kegiatan seperti menurunkan dan mengangkat penumpang atau barang di dalamnya terjadi berbagai macam rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pesawat terbang (Sulandari, 2002).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi bandar udara yakni sebagai berikut:

- a. Tipe pengembangan lingkungan sekitar

Merupakan faktor yang sangat penting, sebab kegiatan sebuah lapangan terbang terutama ditinjau dari segi kebisingan, inilah yang paling banyak mengganggu lingkungan dari sebuah lapangan terbang. Maka penelitian dan pengamatan terhadap penggunaan tanah sekitar lapangan terbang sangat perlu. Bila memungkinkan pemilihan lokasi menjauhi daerah pemukiman penduduk dan sekolah.

b. Kondisi atmosfer

Adanya kabut (*fog*), asap (*smoke*), atau campuran keduanya akan mengurangi jarak pandang pilot. Hambatan jenis ini mempunyai pengaruh kepada menurunnya kapasitas lalu lintas penerbangan.

c. Kemudahan untuk mendapat transportasi darat

Waktu yang dibutuhkan untuk keluar dari tempat penumpang berangkat ke pelabuhan udara, merupakan hal yang perlu dipelajari. Hal ini bukan hanya karena panjangnya jarak, tetapi yang terutama adalah kelancaran lalu lintas dari kota ke *airport*.

d. Tersedianya tanah untuk pengembangan

Bertambahnya penduduk yang menggunakan jasa penerbangan akan meningkatkan volume lalu lintas udara. Untuk itu perlu pemikiran persediaan tanah untuk pengembangan *airport*. Hal ini tidak hanya karena

meningkatnya penumpang tetapi juga karena dituntut adanya perkembangan teknologi pesawat.

e. Adanya lapangan terbang lain

Lapangan terbang harus mempunyai jarak yang cukup jauh satu sama lain, untuk memberikan ruang lingkup yang cukup untuk manuver saat akan mendarat pada suatu lapangan terbang dan gangguan gerakan/naik/turun pesawat di lapangan terbang lain.

Jarak minimum antar pelabuhan udara tergantung kepada volume dan tipe lalu-lintas serta apakah pelabuhan udara itu mempunyai perlengkapan operasi lapangan terbang dengan kondisi jarak pandang yang jelek.

f. Halangan sekeliling (*Surrounding obstruction*)

Lokasi pelabuhan udara harus dipilih sedemikian, hingga bila diadakan pengembangan, bebas halangan atau halangan mudah dihilangkan. Lapangan terbang harus dilindungi dengan peraturan yang ketat agar orang tidak sembarangan membangun apa saja yang merupakan halangan bagi penerbangan. Terutama pada *approach area*, pengawasan harus seketat-ketatnya.

g. Petimbangan ekonomi

Penyajian rancangan induk tentu memberikan beberapa pilihan kemungkinan lokasi, ada perbandingan-perbandingan ditinjau secara

ekonomis. Berbagai alternatif lengkap dengan perhitungan volume dan biaya diberikan. Tentu saja dipilih lokasi dengan biaya pembangunan yang murah.

h. Tersedianya utilitas

Sebuah lapangan terbang terutama yang besar membutuhkan utilitas yang besar pula, perlu tersedia air minum dan air gelontor, tenaga listrik, sambungan telepon, bahan bakar minyak. Dalam pembuatan rancangan induk tentu penyediaan utilitas harus dipertimbangkan pula.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran bandar udara adalah sebagai berikut:

a. Karakteristik dan ukuran pesawat yang direncanakan menggunakan pelabuhan udara. Karakteristik kemampuan pesawat, mempunyai pengaruh langsung kepada penentuan panjang landasan.

b. Perkiraan volume penumpang

Volume lalu lintas udara dan karakteristiknya, mempunyai pengaruh terhadap jumlah landasan yang dibutuhkan, konfigurasi *taxiway*, dan ukuran panjang, lebar dari *ramp area*.

c. Kondisi meteorologi

Kondisi meteorologi yang mempengaruhi ukuran lapangan terbang adalah angin dan temperatur.

d. Ketinggian dari muka laut

Jika pelabuhan udara letaknya semakin tinggi dari muka air laut maka temperaturnya semakin kecil sehingga pada landasan membutuhkan *runway* yang lebih panjang.

### 2.1.2 Jenis Bandar Udara

Klasifikasi bandar udara menentukan jenis pesawat yang dilayani oleh bandar udara tersebut. Adapun klasifikasi bandar udara adalah sebagai berikut:

#### 1. Bandar Udara Internasional

Bandar udara internasional merupakan bandara yang melayani rute penerbangan internasional atau penerbangan antar bangsa. Bahkan bandara ini ada yang dapat melayani pesawat berbadan lebar, dengan kapasitas tempat duduk diatas 400 kursi. Bandara ini memiliki pintu keimigrasian yang berfungsi sebagai tempat pengecekan paspor dan dokumen lain. Bahkan untuk bandar udara besar, pintu imigrasi terdapat lebih dari 3 pintu, hal ini berkaitan dengan banyaknya pendatang dari negara lain. Panjang landasan pacu juga akan menentukan kelaikan suatu bandar udara. Pesawat terbang yang berbadan lebar cenderung menggunakan landasan pacu yang panjang. Disamping itu juga kelas bandar udara yang dikeluarkan oleh Kemenhub atau otoritas penerbangan setempat. Bandar udara internasional juga dapat melayani penerbangan domestik, baik reguler maupun perintis. Bandar udara internasional di

Indonesia juga melayani penerbangan haji atau bandar udara haji. Contoh Bandar Udara Internasional diantaranya; Bandar Udara Internasional Sultan Iskandar Muda (Banda Aceh), Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma (Jakarta), Bandar Udara Internasional Juanda (Surabaya), Bandar Udara Internasional Ngurah Rai (Denpasar), Bandar Udara Internasional Sepinggan (Balikpapan), Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin (Makassar), Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi (Manado), Bandar Udara Internasional Syukuran Aminudin Amir (Luwuk), Bandar Udara Internasional Pattimura (Ambon), Bandar Udara Internasional Sentani (Jayapura), dll

## 2. Bandar Udara Domestik

Bandar udara domestik merupakan bandar udara yang melayani rute penerbangan domestik atau regional, tidak melayani penerbangan antar negara atau internasional. Bandar udara domestik dibedakan menjadi 3 bagian, yakni:

### a. Bandar Udara Domestik Reguler

Bandar udara domestik reguler atau biasa disebut Bandar Udara, melayani penerbangan domestik (dalam negeri) dengan fasilitas yang sedikit berkurang dibanding bandar udara internasional, seperti tidak ada konter imigrasi, dan fasilitas lainnya (toko-toko, kuliner). Bahkan luas apron parkir pesawat juga tidak seluas daripada bandar udara

internasional, sebab bandar udara internasional juga melayani penerbangan domestik.

Pesawat udara dengan kapasitas diatas 100 penumpang, mampu dilayani oleh bandar udara ini. Biasanya pesawat jenis ini membutuhkan landasan pacu yang panjangnya sekitar 2,5km (2500m) atau kurang. Terminal untuk bandar udara domestik juga dijaga ketat, seperti terminal internasional.

b. Bandar Udara Perintis

Bandar udara perintis melayani penerbangan domestik dalam jarak yang lebih dekat dengan pesawat berbadan kecil, bahkan kebanyakan pesawat di rute ini dengan bolang-baling. Bandar udara perintis biasanya melayani penerbangan komersial dengan pesawat berkapasitas kurang dari 100, bahkan belasan saja. Bandar udara perintis banyak dijumpai di wilayah pulau Papua, tercatat ada 117 bandar udara perintis. Contoh Bandar udara perintis adalah Bandar Udara Wiriadinata (Pangandaran, Jabar).

c. Lapangan Terbang (Lapter),

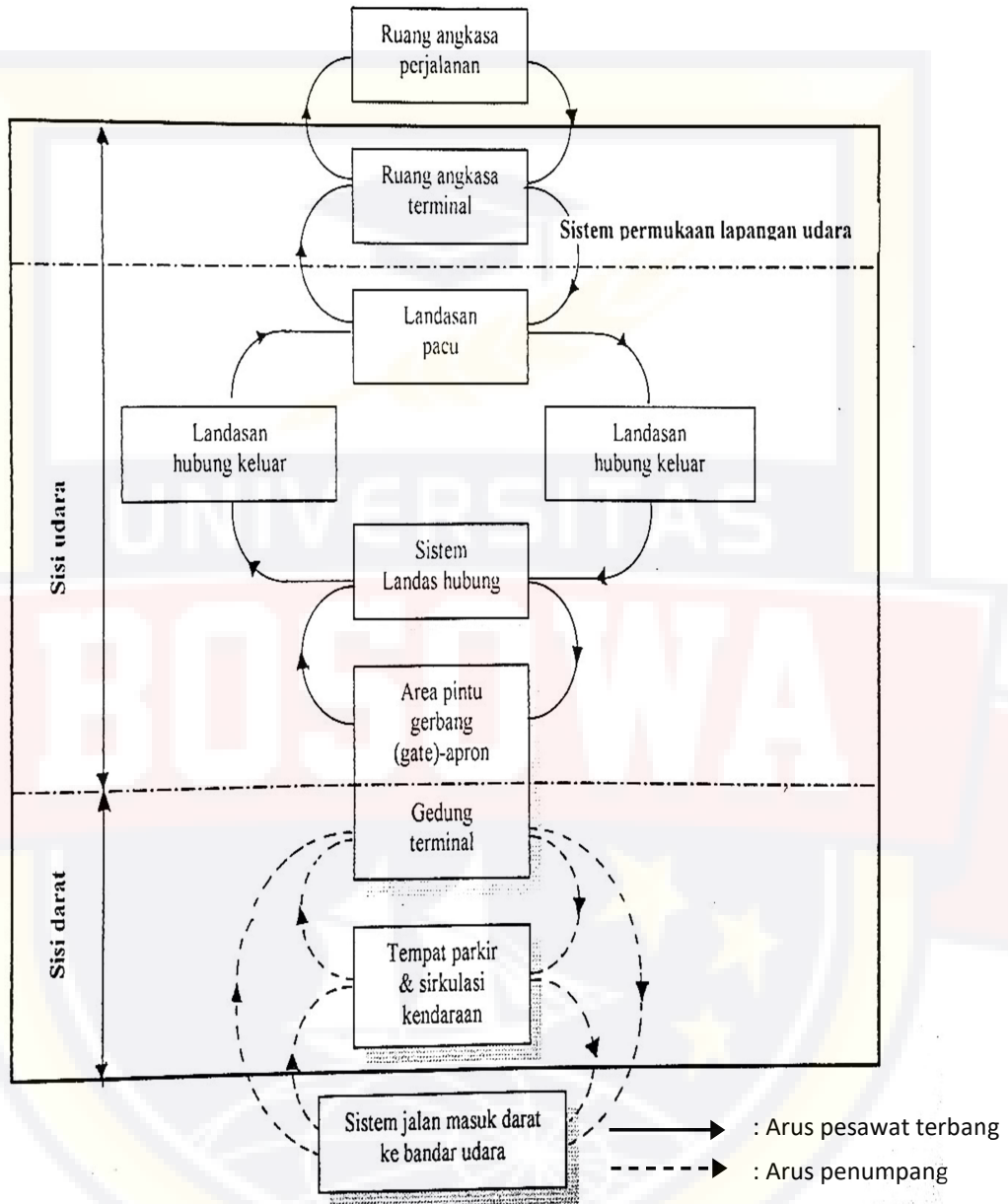
Bandara dan lapangan terbang memiliki fisik yang sama yaitu suatu lapangan luas yang digunakan sebagai tempat untuk naik dan turun pesawat terbang. Adapun perbedaan dari bandara dan lapangan terbang adalah layanan yang tersedia pada lapangan terbang atau pelabuhan

udara tersebut. Lapangan terbang (Lapter) tidak melayani penerbangan penumpang komersial. Biasanya, lapangan terbang hanya didarati pesawat-pesawat pribadi atau pesawat berpenumpang kurang dari 10 orang, pesawat jenis capung. Lapangan terbang memiliki landasan pacu yang pendek dan tidak menggunakan aturan seketat Bandar udara internasional, bahkan domestik. Penduduk umum juga biasanya bebas lalu lalang di area lapangan terbang tersebut. Contoh Lapangan terbang diantaranya; Lapangan terbang Sekayu Muba (hanya dipakai lomba kedirgantaraan), Lapangan terbang Banding Agung OKU Selatan, Lapangan terbang Cilitan (dulu) dan kini dikenal sebagai Bandar Udara Internasional Halim Perdana Kusuma Jakarta, dll.

### 2.1.3 Sistem Bandar Udara

Menurut Horonjeff dan McKelvey (1993) Sistem bandar udara dari sisi darat terdiri dari system jalan penghubung (jalan masuk bandara), lapangan parkir dan bangunan terminal. Sedangkan system Bandar udara dari sisi udara terdiri dari *taxiway*, *holding pad*, *exit taxiway*, *runway*, terminal angkasa dan jalur penerbangan di angkasa. Sistem di bandar udara terdapat 2 bagian yakni sebagai berikut:





Gambar 2.1 Diagram Sistem Bandar Udara  
 Sumber: Robert Horonjeff. *Planning & Design of Airport*

Dari pengertian di atas, dapat diungkap bahwa bandar udara mempunyai tiga bagian utama, yaitu :

- a. Lapangan terbang, merupakan area operasi pesawat terbang yang terdiri dari *runway*, *taxiway* dan *holding apron*.
- b. Area terminal meliputi; apron, bangunan terminal penumpang, bangunan untuk kargo, hanggar, area pemeliharaan, dan area parkir kendaraan.
- c. Area pendukung meliputi; *Air Traffic Control* atau menara pengawas, *Airport maintenance* dan *Airport utility* yang digunakan sebagai pengawas dari lalu lintas udara dan pengatur pesawat yang berada di bandara.

Adapun bagian dari sistem bandar udara diantaranya sebagai berikut:

- 1) Sisi Darat (*Landside*)

*Landside* merupakan sistem yang berada pada sisi darat bandara.

*Landside* terdapat 3 bagian diantaranya yakni;

- a. Terminal bandar udara

Terminal bandar udara adalah bangunan yang dirancang untuk mengakomodasi kegiatan operator pesawat penumpang. Dalam hal ini, istilah terminal merupakan bangunan utama atau kelompok bangunan tempat dijadwalkan pesawat komersial terjadi atau darimana orang-orang yang telah melewati proses penyaringan keamanan yang akan melanjutkan ke fasilitas yang berada pada sisi udara tersebut. Terminal

berfungsi sebagai tempat atau pusat urusan penumpang yang akan berangkat dan pulang.



Gambar 2.2 Gedung terminal Bandara Internasional Sultan Hasanuddin

b. *Curb*

*Curb* berfungsi sebagai tempat bagi penumpang naik dan turun dari kendaraan ke dalam bangunan terminal.

c. Area parkir

Area parkir berfungsi untuk parkir kendaraan baik untuk para penumpang pesawat, pengantar, ataupun penjemput, serta taksi.

2) Sisi Udara (*Airside*)

*Airside* merupakan system yang berada pada sisi udara bandara, merupakan area keamanan terbatas. Untuk mengakses sisi ini diperlukan kartu ijin masuk (pass bandara). Sisi udara pada bandar udara terdiri dari 6 bagian yaitu sebagai berikut:

a) *Runway*

*Runway* merupakan jalur perkerasan yang digunakan pesawat terbang untuk lepas landas (*take off*) dan untuk mendarat (*landing*).



Gambar 2.3 *Runway* Bandara Internasional Sultan Hasanuddin

Menurut ICAO, *runway* adalah suatu area persegi panjang di darat pada area *aerodrome* yang ditentukan sebagai tempat mendarat dan lepas landas pesawat. Menurut Horonjeff (1991), sistem *runway* terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan (*shoulder*), bantal hembusan (*blast pad*) dan daerah aman *runway* (*runway end safety area*). Pada dasarnya, landas pacu diatur sedemikian rupa untuk:

- 1) Memenuhi persyaratan pemisahan lalu lintas udara
- 2) Meminimalisasi gangguan akibat operasional suatu pesawat dengan pesawat lainnya, serta akibat penundaan pendaratan

- 3) Memberikan jarak landas hubung yang sependek mungkin dari daerah terminal menuju landasan pacu
- 4) Memberikan jumlah landasan hubung yang cukup sehingga pesawat yang mendarat dapat meninggalkan landasan pacu yang secepat mungkin dan mengikuti rute yang paling pendek ke daerah terminal

b) *Apron*

a. Definisi *Apron*

*Apron* merupakan tempat parkir pesawat yang dekat dengan bangunan terminal. Selain itu, juga sebagai tempat untuk menurunkan dan menaikkan penumpang serta tempat untuk pengisian bahan bakar pesawat. Konstruksi *apron* pada umumnya beton bertulang karena memikul beban besar yang statis dari pesawat.



Gambar 2.4 *Apron* Bandara Internasional Sultan Hasanuddin

b. Tipe *Apron*

Adapun tipe *apron* di bandar udara adalah sebagai berikut :

a. *Apron Cargo*

*Apron Cargo* adalah *apron* yang berdekatan dengan gedung kargo untuk melayani pesawat-pesawat yang khusus mengangkut kargo dan dialokasikan areal yang cukup luas untuk mengakomodasi sebanyak mungkin pesawat-pesawat yang diparkir

b. *Apron Terminal*

*Apron Terminal* adalah *apron* yang diperuntukkan bagi manuver pesawat dan juga parkir pesawat dekat terminal, serta area ini merupakan daerah dimana penumpang dapat naik turun pesawat.

Area ini juga dilengkapi dengan fasilitas pengisian bahan bakar ataupun fasilitas perawatan kecil.

c. *Apron Parkir*

Kadang suatu bandara memerlukan *apron parkir* yang agak terpisah, disini pesawat dapat parkir dalam waktu yang lebih lama, digunakan selama *crew* pesawat beristirahat atau karena diperlukan perbaikan kecil terhadap pesawat.

d. *Apron Hanggar dan Apron Service*

*Apron Service* adalah areal didekat hanggar perbaikan yang digunakan untuk perbaikan ringan. Sedangkan *Apron hanggar* adalah area tempat dimana pesawat masuk keluar hanggar.

e. *Isolated Apron*

*Isolated Apron* adalah *apron* yang diperuntukkan pesawat-pesawat yang perlu diamankan, misalnya yang dicurigai membawa bahan peledak, lokasinya agak diletakkan jauh dari *Apron* biasa ataupun dari bandar udara dan bangunannya.

c. *Apron utility*

*Apron utility* yakni instalasi-instalasi yang ada pada *apron* untuk melayani pesawat diposisi parkirnya, fasilitas-fasilitas tersebut adalah sebagai berikut :

a) Pengisian bahan bakar pesawat

Pengisian bahan bakar pesawat dilakukan oleh truk tangki, untuk bandara yang besar pengisian bahan bakar pesawat dengan sistem pipa. Keuntungan pengisian bahan bakar dengan truk tangki yakni proses pengisian bahan bakar pesawat dapat diisi diposisi manapun pada *apron*, jumlah truk dapat disesuaikan dengan kebutuhan akan tetapi juga mempunyai kelemahan terutama untuk pengisian pesawat-pesawat besar yang sampai 8000 liter untuk pesawat Boeing 747-100 sehingga harus disiapkan truk dalam jumlah yang banyak akibatnya mengganggu lalu lintas penumpang dan dikhawatirkan kemungkinan adanya bahaya kebakaran.

b) Tenaga Listrik

Tenaga listrik dibutuhkan untuk melayani pesawat selama mesin bekerja, bahkan juga sering diperlukan tenaga listrik eksternal untuk menghidupkan mesin.

c) Fasilitas *Grounding* Pesawat

Fasilitas hubungan tanah harus disediakan di *apron* untuk melindungi pesawat dan truk tangki.

d) Penandaan dan Penerangan *Apron*

Disini sangat penting penerangan dengan lokasi yang ditinggikan dan diletakkan pada daerah yang sedemikian rupa



sehingga memberikan penerangan yang merata kepada daerah *Apron* agar dalam melayani pesawat dapat terjangkau sampai agak jauh.

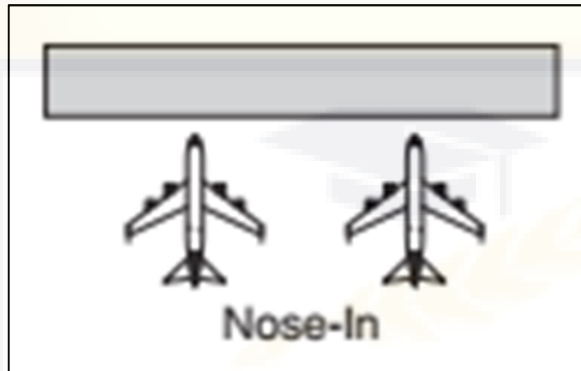
d. Tipe Parkir Pesawat

Kebutuhan *apron* diperhitungkan berdasarkan jenis pesawat dan orientasi parkirnya. Tipe parkir pesawat dibedakan menjadi :

a. Tipe Parkir Hidung ke dalam (*Nose In*)

Dalam konfigurasi hidung ke dalam (*nose-in*) pesawat diparkir tegak lurus gedung terminal, dengan hidung pesawat berjarak sedekat mungkin dengan gedung terminal. Pesawat melakukan manuver ke dalam posisi parkir tanpa bantuan alat penarik. Untuk meninggalkan pintu-hubung, pesawat harus didorong sampai suatu jarak yang cukup untuk memungkinkan pesawat itu bergerak dengan kekuatan sendiri. Keuntungan dari konfigurasi ini adalah membutuhkan daerah pintu-hubung yang paling kecil untuk sebuah pesawat yang dibutuhkan, menimbulkan tingkat kebisingan yang lebih rendah karena meninggalkan pintu hubung tidak dengan kekuatan mesin sendiri, tidak menimbulkan semburan jet pada gedung terminal, dan memudahkan penumpang naik ke pesawat karena hidung pesawat terletak dekat dengan gedung terminal. Kerugiannya adalah harus disediakan alat pendorong/penarik

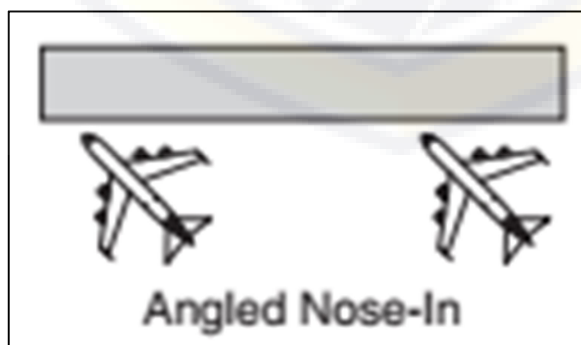
pesawat dan hidung pesawat terlalu jauh sehingga pintu belakang pesawat tidak dapat digunakan secara efektif oleh penumpang.



Gambar 2.5 Parkir *nose in* (Sumber : Horonjeff, et all:2010)

*b. Tipe Parkir Hidung ke dalam Bersudut (Angled Nose In)*

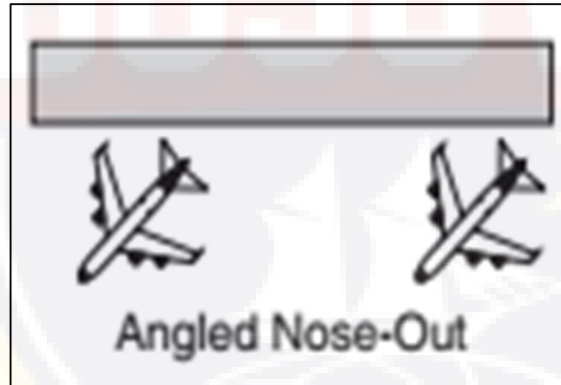
Konfigurasi ini adalah serupa dengan konfigurasi hidung ke dalam (*nose-in*) tetapi pesawat tidak diparkir tegak lurus dengan gedung terminal. Keuntungan konfigurasi ini adalah pesawat dapat memasuki dan keluar dari pintu hubung dengan kekuatan mesin sendiri. Meskipun demikian, konfigurasi ini membutuhkan daerah parkir yang lebih luas dan menimbulkan tingkat kebisingan yang lebih tinggi daripada konfigurasi hidung ke dalam.



Gambar 2.6 Parkir *angled nose in* (Sumber : Horonjeff, et all: 2010)

c. Tipe Parkir Hidung ke luar Bersudut (*Angled Nose Out*)

Dalam konfigurasi ini, pesawat diparkir dengan hidungnya menjauhi gedung terminal. Seperti konfigurasi hidung ke dalam bersudut, keuntungan dari konfigurasi ini adalah bahwa pesawat dapat memasuki atau ke luar dari pintu-hubung dengan kekuatan mesin sendiri. Konfigurasi ini membutuhkan daerah parkir yang lebih luas. Kerugian dari konfigurasi ini adalah bahwa semburan jet dan kebisingan diarahkan ke gedung terminal ketika mesin pesawat dihidupkan.

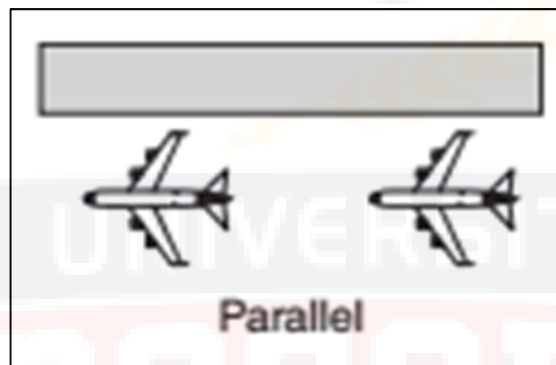


Gambar 2.7 Parkir *angled nose out* (Sumber : Horonjeff, et all: 2010)

d. Tipe Parkir Sejajar

Konfigurasi ini adalah yang paling mudah dipandang dari sudut *manuver* pesawat. Dalam hal ini semburan jet dikurangi, karena tidak memerlukan gerakan pemutaran yang tajam.

Meskipun demikian konfigurasi ini membutuhkan daerah parkir yang lebih besar, terutama di sepanjang permukaan gedung terminal. Keuntungan lainnya dari konfigurasi ini adalah baik pintu depan maupun pintu belakang pesawat digunakan oleh penumpang untuk naik dan turun dari pesawat



Gambar 2.8 Parkir Sejajar (Sumber : Horonjeff, et all: 2010)

c) *Taxiway*

*Taxiway* merupakan jalan penghubung antar *apron* dengan *runway*.



Gambar 2.9 *Taxiway* Bandara Internasional Sultan Hasanuddin

d) *Air Traffic Controller (ATC)*

Berupa menara khusus pemantau yang dilengkapi dengan radio control dan radar

e) *Air Rescue Service*

Berupa peleton penolong dan pemadam kebakaran, mobil pemadam kebakaran, tabung pemadam kebakaran, *ambulance*, dll.

f) *Fuel Service*

Merupakan tempat untuk pengisian bahan bakar avtur.

## **2.2 Aircraft Classification Number (ACN) dan Pavement Classification Number (PCN)**

### **2.2.1 Definisi ACN dan PCN**

Sesuai dengan aturan yang berlaku secara internasional, salah satu pra-syarat pengoperasian sistem perkerasan fasilitas sisi udara adalah deklarasi Kapasitas Struktural dalam bentuk Pavement Classification Number (PCN), setelah suatu komponen fasilitas sisi udara dibangun atau ditingkatkan kapasitasnya. Dengan ditentukannya nilai PCN, maka nilai PCN ini nantinya akan menjadi dasar dalam penentuan jenis pesawat dengan Aircraft Classification Number (ACN) terbesar yang dapat dilayani.

Sistem ACN/PCN merupakan metode yang diterapkan oleh ICAO (*International Civil Aviation Organization*) untuk menilai performa perkerasan bandar udara. Dengan menggunakan metode ini,

pengaruh/kerusakan yang diakibatkan oleh sebuah pesawat (dengan berat dan konfigurasi tertentu, serta tipe perkerasan dan kekuatan tanah dasar tertentu) dapat diwakili oleh sebuah angka yang disebut ACN (*Aircraft Classification Number*). Kapasitas/kekuatan dari suatu perkerasan juga dapat diwakili oleh sebuah angka tanpa perlu menspesifikasikan jenis pesawat dan informasi rinci mengenai struktur perkerasan. Angka ini disebut PCN (*Pavement Classification Number*).

ACN (*Aircraft Classification Number*) adalah angka yang menunjukkan dampak kerusakan yang diakibatkan oleh sebuah pesawat relatif terhadap struktur perkerasan pada kondisi kekuatan tanah dasar standar. Sedangkan PCN adalah angka yang menunjukkan kapasitas angkut beban sebuah struktur perkerasan untuk jumlah operasi tidak terbatas.

Struktur perkerasan dinilai mampu melayani beban akibat lalu lintas udara apabila nilai PCN lebih besar dari nilai ACN tiap pesawat yang beroperasi di bandara tersebut. Informasi mengenai nilai PCN selanjutnya dapat memberikan gambaran mengenai kondisi struktur perkerasan serta digunakan oleh operator bandara untuk menentukan strategi dan kebijakan dalam usaha pemeliharaan struktur perkerasan.

Namun, harus diketahui bahwa proses penentuan nilai PCN sama sekali tidak berhubungan dengan proses perancangan struktur perkerasan baik untuk perancangan struktur baru atau perancangan lapis tambah. Proses perancangan struktur perkerasan memerlukan analisis dengan

metode tersendiri yang melibatkan serangkaian tahapan yang lebih kompleks mulai dari pengumpulan data di lapangan, penentuan jumlah lalu lintas udara, penentuan material, dsb

Dalam pekerjaan ini, dilakukan evaluasi Kondisi dan kapasitas struktural pekerjaan Konstruksi Apron Bandara Sultan Hasanuddin - Makassar yang diestimasi dengan menggunakan data lendutan yang diperoleh melalui alat HWD (*Heavy Weight Deflectometer*). Dengan menerapkan prinsip *backcalculation*, nilai lendutan tersebut kemudian digunakan untuk mengkalkulasi nilai modulus dari tiap lapis struktur perkerasan. Nilai modulus tersebut kemudian dijadikan acuan dalam penentuan nilai PCN berdasarkan kriteria *failure* yang ditentukan. Proses *backcalculation* serta estimasi nilai PCN dilakukan dengan bantuan program ELMOD 6.

### 2.2.2 ACN/PCN

Metode ACN/PCN dalam pelaporan kekuatan struktural perkerasan di bandar udara dikembangkan oleh ICAO (*International Civil Aviation organization*). Metode ini berfungsi untuk batas beban operasional yang diizinkan bagi sebuah pesawat untuk beroperasi di landasan maupun area sisi udara sebuah bandar udara.

PCN (*Pavement Classification Number*) adalah standar yang digunakan oleh organisasi penerbangan sipil internasional (ICAO) untuk

menunjukkan kekuatan perkerasan Bandar Udara. Menurut FAA AC150/5335-5B, PCN adalah angka yang menyatakan kapasitas kemampuan lapisan perkerasan dalam menopang beban pesawat yang direncanakan. FAA *Advisory Circular* (2014) menyebutkan bahwa nilai PCN dapat membantu memastikan perencanaan perkerasan landasan pacu dan mendapatkan hasil yang sesuai dengan peraturan FAA yang berlaku juga dapat merencanakan tebal perkerasan dengan umur perkerasan yang ditetapkan. PCN menggambarkan kekuatan struktur perkerasan, jenis perkerasan, batas kekuatan subgrade, batas tekanan roda pesawat dan teknik perhitungan nilai PCN. Secara garis besar, nilai PCN adalah ditulis dalam format berikut:

PCN / F / A / Y / T

Format publikasi sistem penulisan PCN yang sesuai dengan FAA Advisory Circular AC 150/5335 – 5B tahun 2011 tersebut diatas mengikuti ketentuan sebagai berikut :

a) Format Penulisan Nilai PCN

Format penulisan nilai PCN perkerasan disusun berdasarkan informasi dengan kode yang telah distandarkan yang meliputi nilai numerik PCN, jenis perkerasan, daya dukung tanah dasar (*Subgrade*) tekanan roda pendarat dan metod evaluasi yang di gunakan untuk mendapatkan nilai



PCN. Penulisan tersebut secara urut dengan tanda pemisah antar kode menggunakan tanda garis miring ( / ).

b) Nilai Numerik PCN

Nilai Numerik PCN perkerasan adalah suatu perkiraan relative dari kapasitas daya dukung perkerasan akibat beban roda tunggal standar pada suatu perkerasan.

c) Kode Jenis Perkerasan

Jenis perkerasan dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan kode "F" dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan kode "R".

d) Kode Daya Dukung Tanah Dasar

Kategori daya dukung perkerasan tanah dasar (*subgrade*) dibedakan menjadi 4 (empat) kategori sesuai dengan besar nilai daya dukung untuk jenis perkerasan kaku maupun lentur. Klasifikasi kategori daya dukung disajikan pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi Kategori Daya Dukung Tanah Dasar

| Kategori         | Nilai CBR Flexible Pavement | Nilai 'k' Rigid Pavement (MN/m <sup>3</sup> ) | Kode |
|------------------|-----------------------------|---|------|
| <i>High</i>      | >13%                        | > 120   | A    |
| <i>Medium</i>    | 8% - 13%                    | 60 – 120                                      | B    |
| <i>Low</i>       | 4% - 8%                     | 25 – 60                                       | C    |
| <i>Ultra Low</i> | < 4%                        | < 25  | D    |

Sumber : FAA, 2011

e) Kode Tekanan Roda Pendaratan

Tekanan Roda pendarat dibedakan menjadi 4 kategori sesuai dengan besarnya tekanan roda pesawat yang beroperasi atau yang direncanakan. Klasifikasi tekanan roda pesawat seperti disajikan pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tekanan Roda Pesawat

| Kategori         | Tekanan Roda  |               | Kode |
|------------------|---------------|---------------|------|
| <i>High</i>      | >218psi       | >1.5 MPa      | W    |
| <i>Medium</i>    | 145 – 218 Psi | 1.0 – 1.5 Mpa | X    |
| <i>Low</i>       | 73 – 145 Psi  | 0.5 – 1.0 MPa | Y    |
| <i>Ultra Low</i> | < 73Psi       | < 0.5 MPa     | Z    |

Sumber : FAA, 2011

f) Kode evaluasi

Kode nilai PCN berdasarkan metode yang digunakan untuk menghitung nilai PCN dibedakan menjadi dua metode yaitu metode secara teknik dengan diberi Kode "T" dan metode dengan menggunakan uji coba pesawat yang diberi kode "U". Sehingga uraian format pelaporan PCN diatas apabila dirangkum akan seperti tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Tata Cara Penulisan Kode PCN

| PCN           | Jenis Perkerasan                       | Kategori subgrade   | Tekanan Roda                                 | Metode Evaluasi                               |
|---------------|--|---|--|---|
| Nilai Numerik | <i>R = Rigid</i><br><i>F= Flexible</i> | <i>A= High</i><br><i>B=Medium</i><br><i>C=Low</i><br><i>D=Ultra Low</i> | <i>W</i><br><i>X</i><br><i>Y</i><br><i>Z</i> | <i>T=Technical</i><br><i>U=Using Aircraft</i> |

Sumber : FAA, 2011)

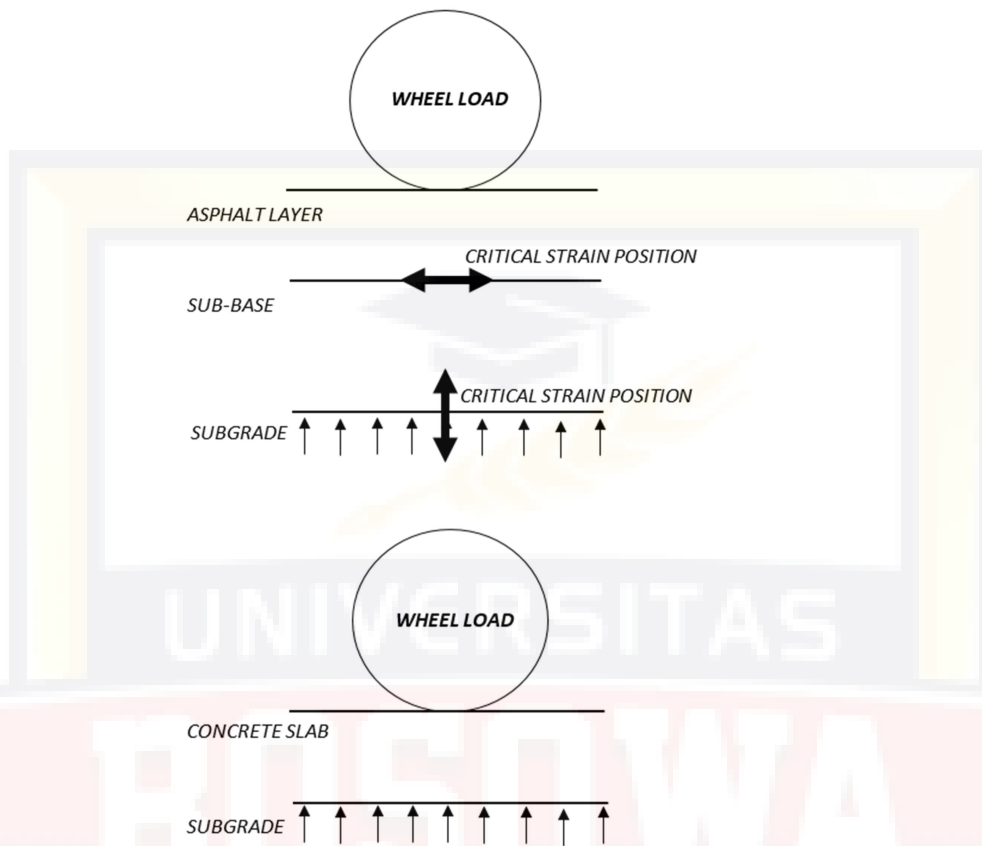
### 2.3 Perkerasan

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari satu lapisan atau lebih dengan tiap lapis memiliki kekerasan dan daya dukung yang berbeda, bergantung dari bahan yang diproses. Menurut Basuki (2008), perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata-rata pesawat, permukaan yang rata akan menghasilkan jalan pesawat yang *comfort*, sehingga harus dijamin bahwa tiap-tiap lapisan dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami *distress* (perubahan lapisan karena tidak mampu menahan beban).

Struktur perkerasan bandar udara dapat dikelompokkan ke dalam 2 golongan yaitu; struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*). Pengelompokan struktur perkerasan umumnya lebih didasarkan pada bahan perkerasan yang digunakan (Kosasih, 2004).

Bandara yang besar pada umumnya menggunakan struktur perkerasan kaku (*rigid*) untuk mengantisipasi beban lalu lintas pesawat udara yang relative beragam baik tipe atau beratnya. *Rigid pavement* biasanya dipilih untuk ujung landasan, pertemuan antara landas pacu dan *taxiway*, *apron* dan daerah-daerah lain yang dipakai untuk parkir pesawat atau daerah-daerah yang mendapat pengaruh panas *blast jet* dan limpahan minyak (Heru Basuki, 1986).

Prinsip mendasar dari pemodelan struktur perkerasan adalah bahwa lapisan dengan karakteristik yang serupa dimodelkan menjadi satu lapisan. Prinsip ini perlu ditekankan mengingat kondisi kebanyakan landasan maupun jalan di Indonesia yang memiliki system lapisan yang bervariasi. Struktur perkerasan lentur biasanya dimodelkan dalam struktur 3 lapisan yang terdiri dari lapisan beraspal, lapisan *sub-base* dan lapisan tanah dasar. Sedangkan struktur perkerasan kaku lazimnya dimodelkan sebagai struktur 2 lapisan yang terdiri dari lapisan beton serta gabungan antara *sub-base* dan tanah dasar sebagai lapisan kedua. Namun terkadang, penggunaan modulus *sub base* seringkali tidak menghasilkan hasil yang pantas dimana modulus *sub base* seringkali lebih rendah daripada modulus *subgrade*. Hal ini disebabkan oleh kondisi modulus tanah dasar yang tidak linear. Untuk itu, lapisan tanah dasar dibagi lagi menjadi 2 lapisan dengan ketebalan tertentu. Berikut ilustrasi pemodelan struktur perkerasan yang biasa digunakan:



Gambar 2.10 Ilustrasi pemodelan struktur tipikal  
 Sumber: Laporan Analisis Hasil Pengujian HWD

Berikut penjelasan dari ilustrasi gambar pemodelan di atas:

### 1. Lapisan Atas

Untuk perkerasan lentur, seluruh lapisan aspal digabung menjadi satu lapisan. Namun perlu diperhatikan bahwa lapisan aspal yang memiliki fungsi non-struktural (friksi, dsb) tidak diperhitungkan

Untuk perkerasan kaku, pelat beton dimodelkan sebagai lapisan paling atas. Jika ditemukan struktur perkerasan komposit dimana terdapat

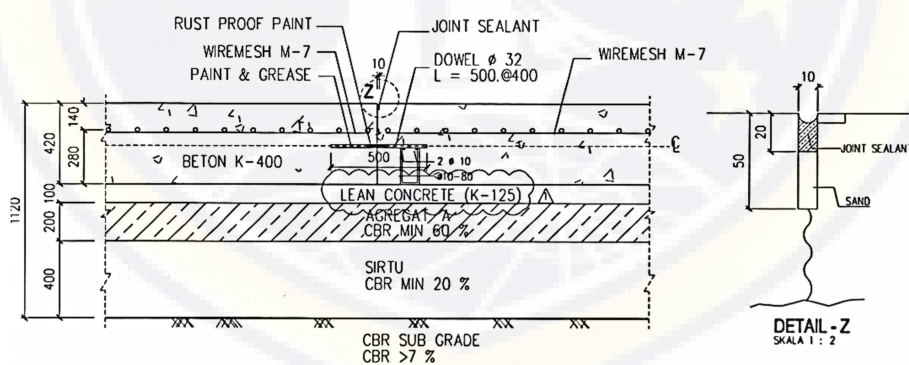
lapisan aspal *wearing course*, maka lapisan tersebut dianggap tidak berkontribusi secara structural sehingga hanya tebal pelat beton yang diperhitungkan.

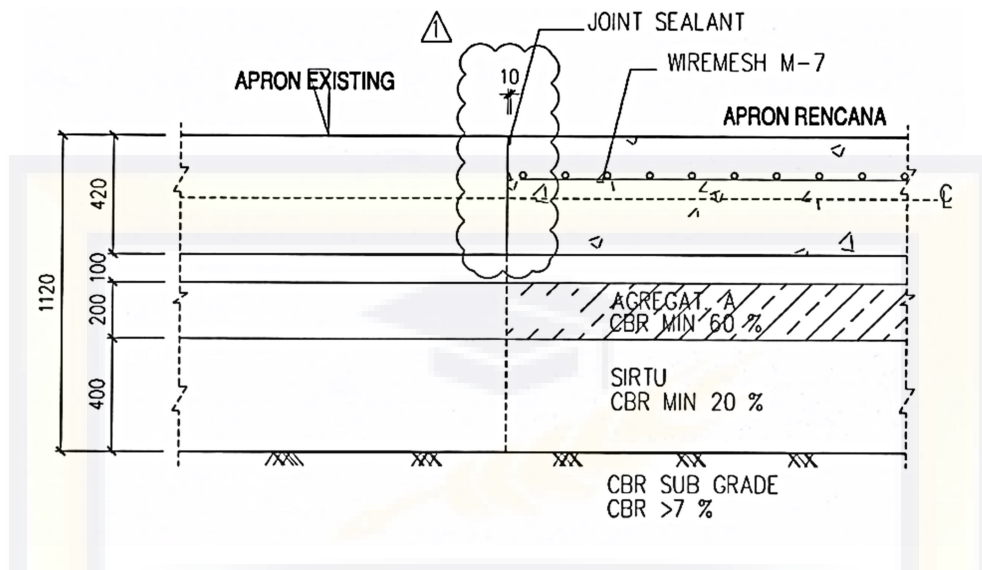
## 2. Lapisan *Sub-base*

Untuk perkerasan lentur, lapisan *sub-base* dengan material granular dimodelkan sebagai lapisan tersendiri. Sementara untuk struktur perkerasan kaku yang dilengkapi dengan lapisan material *sub-base* granular, perbedaan nilai modulus antara lapisan pelat beton dan material granular tersebut sangat besar sehingga perbedaan modulus antara lapisan *sub-base* dan tanah dasar dapat dihiraukan.

## 3. Lapisan Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar dimodelkan sebagai lapisan *infinite* dengan modulus tertentu.





Gambar 2.11 Detail Potongan Struktur Perkerasan Apron  
 Sumber: Gambar perubahan detail potongan *dowel apron* bandara Internasional Sultan Hasanuddin

### 2.3.1 Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang terdiri dari campuran aspal dan agregat yang digelar diatas permukaan bahan granular. Mempunyai sifat elatis dan jika diberikan beban akan mengalami lendutan.

### 2.3.2 Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Menurut Sandhyavitri (2005), perkerasan dikatakan kaku atau *rigid*, dikarenakan modulus elastisitas (E) semen sebagai material perkerasan kaku mempunyai nilai relative lebih besar dari material pondasi dan tanah, maka bagian terbesar yang menyerap tegangan akibat beban adalah pelat beton sendiri. Elemen struktur perkerasan kaku terdiri dari tanah dasar (*sub grade*), pondai (*Sub base course*), pelat beton (Sandhyavitri (2005)).

Pada perencanaan struktur perkerasan dengan metode FAA, jenis material penyusun dibagi menjadi beberapa macam, diuraikan pada tabel

2.4.

Tabel 2.4 Jenis material konstruksi struktur perkerasan Bandara metode FAA

| <b>Nama/Kode</b> | <b>Keterangan</b>                    |
|------------------|--------------------------------------|
| Item P-154       | <i>Subbase Course</i>                |
| Item P-208       | <i>Aggregate Base Course</i>         |
| Item P-209       | <i>Crushed Aggregate Base Course</i> |
| Item P-211       | <i>Lime Rock Base Course</i>         |
| Item P-304       | <i>Cement Treated Base Course</i>    |
| Item P-306       | <i>Econocrete Subbase Course</i>     |
| Item P-401       | <i>Plant Mix Bituminous Pavement</i> |

(Sumber : FAA/AC 150/5320-6D)

## 2.4 Karakteristik Pesawat Udara

Karakteristik pesawat udara adalah data yang sangat diperlukan dalam merencanakan fasilitas dan desain perkerasan pada bandara. Karakteristik pesawat udara diperlukan dalam perencanaan dan perancangan bandar udara. Menurut Horonjeff (1998), karakteristik pesawat terbang terdiri dari;

### a. Bobot pesawat

Sangat penting untuk merencanakan tebal perkerasan dari area pendaratan. Beberapa komponen yang terkait dengan bobot pesawat yaitu, bobot kosong operasi (*OWE= operation weight empty*), bobot



bahan bakar kosong (*ZFW= zero fuel weight*), bobot muatan, bobot lepas landas struktur maksimum (*MTOW= maximum take off weight*).

b. Ukuran

Lebar sayap (*wingspan*) dan panjang badan pesawat (*fuselage*) berpengaruh terhadap dimensi parkir *apron* yang selanjutnya berpengaruh terhadap konfigurasi bangunan terminal. Ukuran tempat parkir (*apron*) dan *manuver* (pergerakan) pesawat untuk parkir. Ukuran parkir ini juga akan berkorelasi mempengaruhi konfigurasi bangunan terminal. Lebar jalur pergerakan pesawat di landas pacu dan *taxiway* yang juga akan mempengaruhi jarak diantara kedua jalur pergerakan pesawat tersebut.

c. Konfigurasi roda pesawat (*Wheel configuration*)

Konfigurasi roda terdiri dari *single*, *dual*, *dual tandem*. Mempengaruhi tebal perkerasan area pendaratan. Konfigurasi roda pendaratan utama (*main landing gear*) menunjukkan bagaimana reaksi perkerasan terhadap beban yang diterimanya. Konfigurasi roda pendaratan utama dirancang untuk dapat mengatasi gaya-gaya yang ditimbulkan pada saat melakukan pendaratan dan berdasarkan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum. Konfigurasi roda pendaratan utama, ukuran dan tekanan untuk beberapa pesawat dirangkum pada Tabel 2.4. Jenis Konfigurasi roda pesawat berupa tunggal (*single*), ganda (*dual*) dan dua ganda (*dual tandem*) mempengaruhi secara langsung tebal perkerasan. Untuk pesawat

berbadan besar, biasanya memiliki konfigurasi roda/ gear berupa *dual* atau *dual tandem*. Pemilihan konfigurasi kedua jenis tersebut dipengaruhi oleh sifat pembebanan pesawat ke perkerasan.

Berikut faktor konversi konfigurasi sumbu roda dari tiap jenis pesawat ke pesawat udara desain kritis rencana menggunakan nilai dari ICAO (*International Civil Aviation Organization*) yang dirangkum dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor Ekivalen Konfigurasi Sumbu Roda

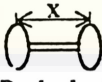
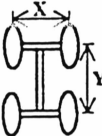
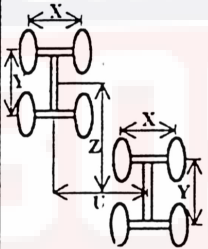
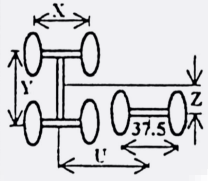
| Konfigurasi Roda Pendaratan Utama Pesawat Sebearnya | Konfigurasi Roda Pendaratan Utama Pesawat Rencana | Faktor Ekivalen FES |
|---|---|---------------------|
| <i>Single Wheel</i>                                 | <i>Dual Wheel</i>                                 | 0.8                 |
|   | <i>Dual Tandem Wheel</i>                          | 0.5                 |
| <i>Dual Wheel</i>                                   | <i>Single Wheel</i>                               | 1.3                 |
|   | <i>Dual Tandem Wheel</i>                          | 0.6                 |
| <i>Dual Tandem Wheel</i>                            | <i>Single Wheel</i>                               | 2.0                 |
|   | <i>Dual Wheel</i>                                 | 1.7                 |
| <i>Double Dual Tandem Wheel</i>                     | <i>Dual Wheel</i>                                 | 1.7                 |
|   | <i>Dual Tandem Wheel</i>                          | 1.0                 |

Sumber: *Pavement, Aerodrome Design Manual*

R2 merupakan jumlah keberangkatan tahunan (*annual departure*) pesawat campuran dimana diperoleh dengan cara mengalikan proyeksi pergerakan pesawat tahunan dengan faktor konversi roda pendaratan.

R2 = Pergerakan pesawat tahunan x faktor konversi roda pendaratan ... 2.1

Tabel 2.6 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama

| Susunan Roda Pendaratan Utama  | Tipe       | Ukuran (inci) |      |       |       |      | Tekanan Pemompan Tipikal (lb/in <sup>2</sup> ) |
|--|------------|---------------|------|-------|-------|------|--|
|  |            | X             | Y    | Z     | U     | V    |  |
| <br>Dual wheel          | B-727      | 34.0          |      |       |       |      | 168  |
|  | B-737      | 30.5          |      |       |       |      | 148  |
|  | MD-81      | 28.1          |      |       |       |      | 170  |
| <br>Dual Tandem         | A-300      | 36.5          | 55.0 |       |       |      | 181  |
|  | A-310      | 36.5          | 55.0 |       |       |      | 172  |
|  | A-320      | 30.7          | 39.5 |       |       |      | 149  |
|  | B-707-122B | 34.0          | 56.0 |       |       |      | 170  |
|  | B-707-320B | 34.5          | 56.0 |       |       |      | 180  |
|  | B-720B     | 32.0          | 49.0 |       |       |      | 145  |
|  | B-757      | 34.0          | 45.0 |       |       |      | 161  |
|  | B-767      | 45.0          | 56.0 |       |       |      | 183  |
|  | Concorde   | 26.4          | 65.7 |       |       |      | 184  |
|  | DC-8-61    | 30.0          | 55.0 |       |       |      | 188  |
|  | DC-8-62    | 32.0          | 56.0 |       |       |      | 187  |
|  | DC-8-63    | 32.0          | 55.0 |       |       |      | 196  |
| DC-10-10   | 54.0       | 64.0          |      |       |       | 173  |  |
| L-1011-500   | 52.0       | 70.0          |      |       |       | 184  |  |
| <br>Double Dual Tandem | B-747-100  | 44.0          | 58.0 | 121.1 | 141.0 |      | 192  |
|  | B-747-200  | 44.0          | 58.0 | 121.1 | 141.0 |      | 204  |
|  | B-747-400  | 44.0          | 58.0 | 121.1 | 141.0 |      | 195  |
|  | B-747SP    | 44.0          | 58.0 | 121.1 | 141.0 |      | 205  |
|  |            |               |      |       |       |      |  |
|                       | A-340      | 55.0          | 78.0 | 39.0  | 211.0 | 38.0 | 157*   |
|  | DC-10-30   | 54.0          | 64.0 | 30.0  | 216.0 | 37.5 | 165**  |
|  | DC-10-40   | 54.0          | 64.0 | 30.0  | 216.0 | 37.5 |  |

\*j) Tekanan roda tengah sebesar 134 psi mendukung 16 persen dari berat total

\*\*j) Tekanan roda tengah sebesar 140 psi mendukung 16 persen dari berat total

Sumber: Basuki, 1985

d. Kapasitas

Kapasitas penumpang mempunyai arti penting bagi perencanaan bangunan terminal dan prasarana lainnya. Kapasitas pesawat udara terkait dengan daya angkut penumpang dan barang akan

mempengaruhi fasilitas yang harus disediakan di dalam bangunan terminal (misal: ruang tunggu penumpang, fasilitas sirkulasi penumpang, dll) maupun fasilitas pendukung di seputar terminal (misal: tempat parkir kendaraan, tempat bongkar muat barang untuk muatan kargo, dll).

e. Panjang landasan

Panjang landasan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar lapangan terbang, seperti elevasi bandara, *temperature*, angin dan lain-lain.

## 2.5 Komponen Berat Pesawat

Terdapat komponen dasar berat pesawat yang terkait dengan berat pesawat yang perlu diketahui oleh perencana bandar udara. Komponen dasar berat pesawat ini adalah kondisi berat yang diijinkan (oleh pembuat pesawat) untuk melakukan maneuver pergerakan di darat, penerbangan (*take-off*) dan pendaratan (*landing*). Komponen ini juga akan mempengaruhi secara langsung ukuran dasar panjang landas pacu yang diperlukan oleh pesawat tersebut.

Beberapa komponen berat pesawat yang perlu diketahui adalah *Operating Empty Weight (OEW)*, *Payload*, *Zero-fuel Weight*, *Maximum Ramp Weight*, *Maximum Structural Takeoff Weight* dan *Maximum*

*Structural Landing Weight.* Masing-masing komponen tersebut akan dijelaskan secara singkat berikut ini.

a. *Operating Empty Weight (OEW)*

*OEW* (berat kosong operasi) merupakan berat dasar pesawat yang termasuk didalamnya krew (pilot, teknisi, pramugari) pesawat dan semua berat pesawat yang ada dalam kondisi yang siap terbang, kecuali (tidak termasuk) *payload* (berat muatan) dan *fuel* (bahan bakar).

b. *Payload*

*Payload* (berat muatan terbayar) merupakan total pendapatan (*revenue*) (yang diperoleh maskapai penerbangan) yang mengakibatkan/menghasilkan adanya beban/ muatan (*load*). Berat muatan yang terbayar termasuk di dalamnya penumpang (*passengers*), surat (*mails*), *express* dan kargo. Berat muatan terbayar (*payload*) maksimum ditentukan oleh pihak penguasa/ pengatur penerbangan terkait (*federal government*) yang mengizinkan pesawat membawa penumpang, barang atau kombinasi dari keduanya. Secara teori, *payload* diperoleh dari perbedaan antara *Zero-fuel Weight* dan *Operating Empty Weight*.

c. *Zero-fuel Weight*

*Zero-fuel Weight* (berat pesawat dengan bahan bakar kosong) terdiri dari berat kosong operasi (*OEW*), *maximum payload* dan segala sesuatunya yang terkait dengan tambahan bahan bakar pesawat dimana ketika pesawat terbang tidak melebihi kemampuan banding momen

pesawat (titik pertemuan di sayap pesawat dan panjang badan pesawat) ketika melakukan penerbangan.

*d. Maximum Ramp Weight*

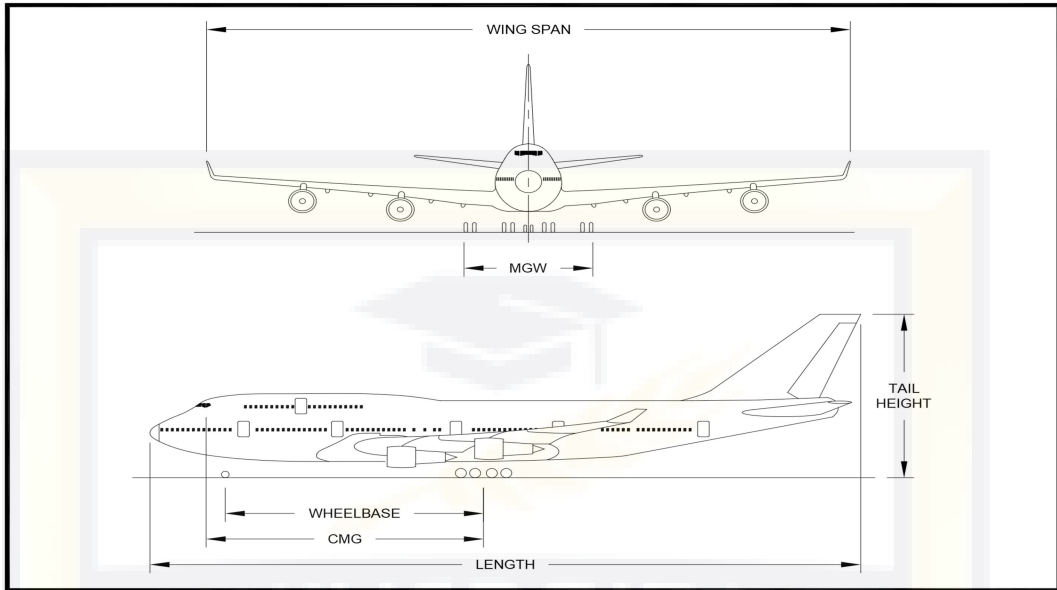
*Maximum Ramp Weight* adalah berat maksimum pesawat yang diijinkan untuk pergerakan di darat atau pergerakan di antara *apron* menuju ke ujung landasan pacu yang dibatasi oleh kekuatan pesawat dan persyaratan ukuran penerbangan.

*e. Maximum Structural Take-off Weight (MSTOW)*

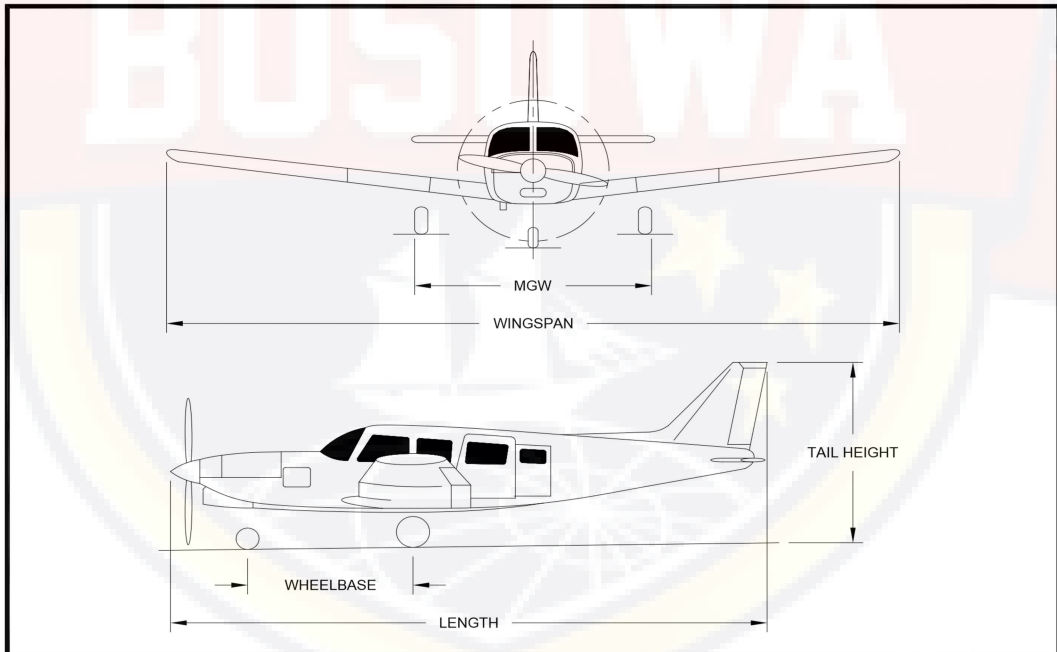
*Maximum Structural Take-off Weight* adalah berat maksimum struktur pesawat yang diijinkan untuk mulai melakukan penerbangan (*take-off*) yang dibatasi oleh kekuatan pesawat dan persyaratan ukuran penerbangan.

*f. Maximum Structural Landing Weight (MSLW)*

*Maximum Structural Landing Weight* adalah berat maksimum struktur pesawat yang diijinkan untuk mulai melakukan pendaratan (ketika menyentuh landasan) yang dibatasi oleh kekuatan pesawat dan persyaratan ukuran penerbangan.



Gambar 2.12 *Typical dimensions of large aircraft*  
 Sumber : FAA AC 150/5300-13A



Gambar 2.13 *Typical dimensions of small aircraft*  
 Sumber : FAA AC 150/5300-13A

Tabel 2.7 Karakteristik pesawat komersial turbo dengan nilai MTOW <100.000 lbs

| Turboprop Aircraft   |              |          |                            |                            |                 |   |   |
|--|--------------|----------|----------------------------|----------------------------|-----------------|---|---|
| Aircraft   | Wingspan     | Length   | MSTOW <sup>†</sup><br>(lb) | # Engines                  | Avg. #<br>Seats | Runway<br>Required<br>(ft) <sup>*</sup> |   |
| Beech 1900c  | 54'06"       | 57'10"   | 16,600                     | 2                          | 19              | 3,300                                   |   |
| Shorts 360   | 74'10"       | 70'10"   | 27,100                     | 2                          | 35              | 4,300                                   |   |
| Dornier 328-100  | 68'10"       | 68'08"   | 27,557                     | 2                          | 30              | 3,300                                   |   |
| SAAB 340B  | 70'04"       | 64'09"   | 28,500                     | 2                          | 37              | 4,200                                   |   |
| AT-42-300  | 80'06"       | 74'05"   | 36,815                     | 2                          | 45              | 3,600                                   |   |
| EMB 120  | 64'11"       | 65'7"    | 26,433                     | 2                          | 30              | 5,200                                   |   |
| Jet Aircraft Less than 100,000 lb MSTOW <sup>†</sup> (Regional Jets) |              |          |                            |                            |                 |   |   |
| Aircraft   | Manufacturer | Wingspan | Length                     | MSTOW <sup>†</sup><br>(lb) | # Engines       | Avg. #<br>Seats                         | Runway<br>Required<br>(ft) <sup>*</sup> |
| ERJ 135  | Embraer      | 65'9"    | 86'5"                      | 41,887                     | 2               | 35                                      | 5,800                                   |
| ERJ 140  | Embraer      | 65'9"    | 93'4"                      | 44,313                     | 2               | 40                                      | 6,100                                   |
| ERJ 145  | Embraer      | 65'9"    | 98'0"                      | 46,275                     | 2               | 50                                      | 7,500                                   |
| CRJ 200  | Bombardier   | 69'7"    | 87'10"                     | 51,000                     | 2               | 50                                      | 5,800                                   |
| CRJ 700  | Bombardier   | 76'3"    | 106'8"                     | 72,750                     | 2               | 70                                      | 5,500                                   |
| CRJ 900  | Bombardier   | 81'6"    | 119'4"                     | 80,500                     | 2               | 90                                      | 5,800                                   |

Sumber : Horonjeff (2010)



Tabel 2.8 Karakteristik pesawat komersial jet dengan nilai MTOW antara 100.000 lbs sampai dengan 250.000 lbs dan MTOW > 250.000 lbs

| Jet Aircraft Less than 100,000 lb MSTOW <sup>†</sup> (Regional Jets)              |                   |          |         |                         |             |                         |                                   |              |                                   |
|---|-------------------|----------|---------|-------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Aircraft  | Manufacturer      | Wingspan | Length  | MSTOW <sup>†</sup> (lb) | # Engines   | Avg. # Seats            | Runway Required (ft) <sup>*</sup> |              |                                   |
| BAe-RJ70  | British Aerospace | 86'00"   | 78'9"   | 89,999                  | 2           | 95                      | 4,700                             |              |                                   |
| BAe-RJ85  | British Aerospace | 86'00"   | 86'11"  | 92,999                  | 2           | 110                     | 5,400                             |              |                                   |
| Bae-RJ100   | British Aerospace | 86'00"   | 94'10"  | 97,499                  | 2           | 110                     | 6,000                             |              |                                   |
| Jet Aircraft between 100,000 and 250,000 lb MSTOW <sup>†</sup> (Narrow Body Jets) |                   |          |         |                         |             |                         |                                   |              |                                   |
| Aircraft  | Manufacturer      | Wingspan | Length  | Wheel Base              | Wheel Track | MSTOW <sup>†</sup> (lb) | # Engines                         | Avg. # Seats | Runway Required (ft) <sup>*</sup> |
| A-319   | Airbus Industrie  | 111'25"  | 111'02" | 41'33"                  | 24'93"      | 141,095                 | 2                                 | 140          | 5,800                             |
| MD-87   | McDonnell-Douglas | 107'10"  | 130'05" | 62'11"                  | 16'08"      | 149,500                 | 2                                 | 135          | 7,600                             |
| MD-90-30  | McDonnell-Douglas | 107'10"  | 152'07" | 77'02"                  | 16'08"      | 156,000                 | 2                                 | 165          | 6,800                             |
| A-320-200   | Airbus Industrie  | 111'03"  | 123'03" | 41'05"                  | 24'11"      | 158,730                 | 2                                 | 160          | 5,700                             |
| B-737-800   | Boeing            | 112'06"  | 124'11" | 50'09"                  | 18'8"       | 172,445                 | 2                                 | 175          |                                   |
| B-727-200   | Boeing            | 108'00"  | 153'03" | 63'03"                  | 18'09"      | 184,800                 | 3                                 | 165          | 8,600                             |
| B-757-200   | Boeing            | 124'10"  | 155'03" | 60'00"                  | 24'00"      | 220,000                 | 2                                 | 210          | 5,800                             |
| Jet Aircraft Greater than 250,000 lb MSTOW <sup>†</sup> (Wide Body Jets)          |                   |          |         |                         |             |                         |                                   |              |                                   |
| A310-300  | Airbus Industrie  | 144'00"  | 153'01" | 49'11"                  | 31'06"      | 330,690                 | 2                                 | 240          | 7,500                             |
| B-767-300   | Boeing            | 156'01"  | 180'03" | 74'08"                  | 30'06"      | 345,000                 | 2                                 | 275          | 8,000                             |
| A-300-600   | Airbus Industrie  | 147'01"  | 175'06" | 61'01"                  | 31'06"      | 363,765                 | 2                                 | 310          | 7,600                             |
| L-1011-500  | Lockheed          | 164'04"  | 164'03" | 61'08"                  | 36'00"      | 510,000                 | 3                                 | 290          | 9,200                             |
| B-777-200   | Boeing            | 199'11"  | 209'01" | 84'11"                  | 36'00"      | 535,000                 | 2                                 | 375          | 8,700                             |
| DC-10-40  | McDonnell-Douglas | 165'04"  | 182'03" | 72'05"                  | 35'00"      | 555,000                 | 3                                 | 325          | 9,500                             |
| A-340-200   | Airbus Industrie  | 197'10"  | 195'00" | 62'11"                  | 16'09"      | 558,900                 | 4                                 | 320          | 7,600                             |
| DC-10-30  | McDonnell-Douglas | 165'04"  | 182'03" | 72'05"                  | 35'00"      | 572,000                 | 3                                 | 320          | 9,290                             |
| MD-11   | McDonnell-Douglas | 170'06"  | 201'04" | 80'09"                  | 35'00"      | 602,500                 | 3                                 | 365          | 9,800                             |
| B-747SP   | Boeing            | 195'08"  | 184'09" | 67'04"                  | 36'01"      | 630,000                 | 4                                 | 315          | 7,000                             |
| B-747-400   | Boeing            | 213'00"  | 231'10" | 84'00"                  | 36'01"      | 800,000                 | 4                                 | 535          | 8,800                             |

Sumber : Horonjeff (2010)

## 2.6 Pesawat Terbang Rencana (*Aircraft Design*)

Pesawat rencana perlu ditentukan karena pesawat-pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin memiliki konfigurasi roda pendaratan yang berbeda-beda. Untuk menentukan beban dari seluruh pesawat, perlu dilakukannya penyamaan tipe konfigurasi roda pendaratan. Hal ini dilakukan dengan mengkonversi tipe roda pendaratan dari tiap pesawat-pesawat yang dilayani ke tipe roda pendaratan pesawat rencana. Dalam menghitung tebal perkerasan dibutuhkan beban maksimum pesawat rencana dengan konfigurasi roda pesawat menentukan distribusi beban pesawat ke struktur perkerasan.

Parameter yang diperlukan dari pesawat rencana untuk struktur perkerasan antara lain:

1. Konfigurasi roda pendaratan (*landing gear configuration*)

*Landing gear* merupakan struktur pendaratan pesawat terbang yang berfungsi untuk menyerap energi hentakan dan getaran saat pesawat mendarat (*landing*). Saat mendarat *landing gear* akan disimpan di dalam pesawat.

2. Beban roda pesawat terbang (*wheel load*)

Metode perkerasan kaku didasarkan pada berat lepas landas kotor pesawat terbang dengan tujuan agar perencanaan perkerasan kaku dapat direncanakan untuk mengantisipasi dari berat maksimum lepas landas kotor pesawat terbang (MTOW). Prosedur perencanaan mengasumsikan

bahwa 95% dari berat kotor pesawat terbang dibawa oleh *main landing gear* dan 5% dibawa oleh *nose gear*. Dari ketentuan tersebut maka beban roda pesawat terbang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3.

$W_1 =$  Beban roda pendaratan utama pesawat rencana ..... (2.2)

$W_2 =$  %distribusi *main gear* x MTOW pesawat campuran x 1/N ..... (2.3)

Dengan:

$W_1$  : Beban roda pendaratan utama pesawat rencana

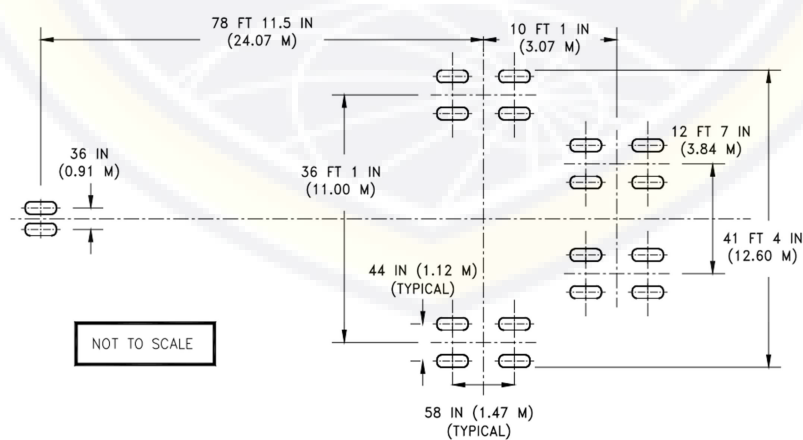
$W_2$  : Beban roda pendaratan utama pesawat campuran

MTOW : Berat lepas landas maksimum (lbs)

N : Jumlah roda

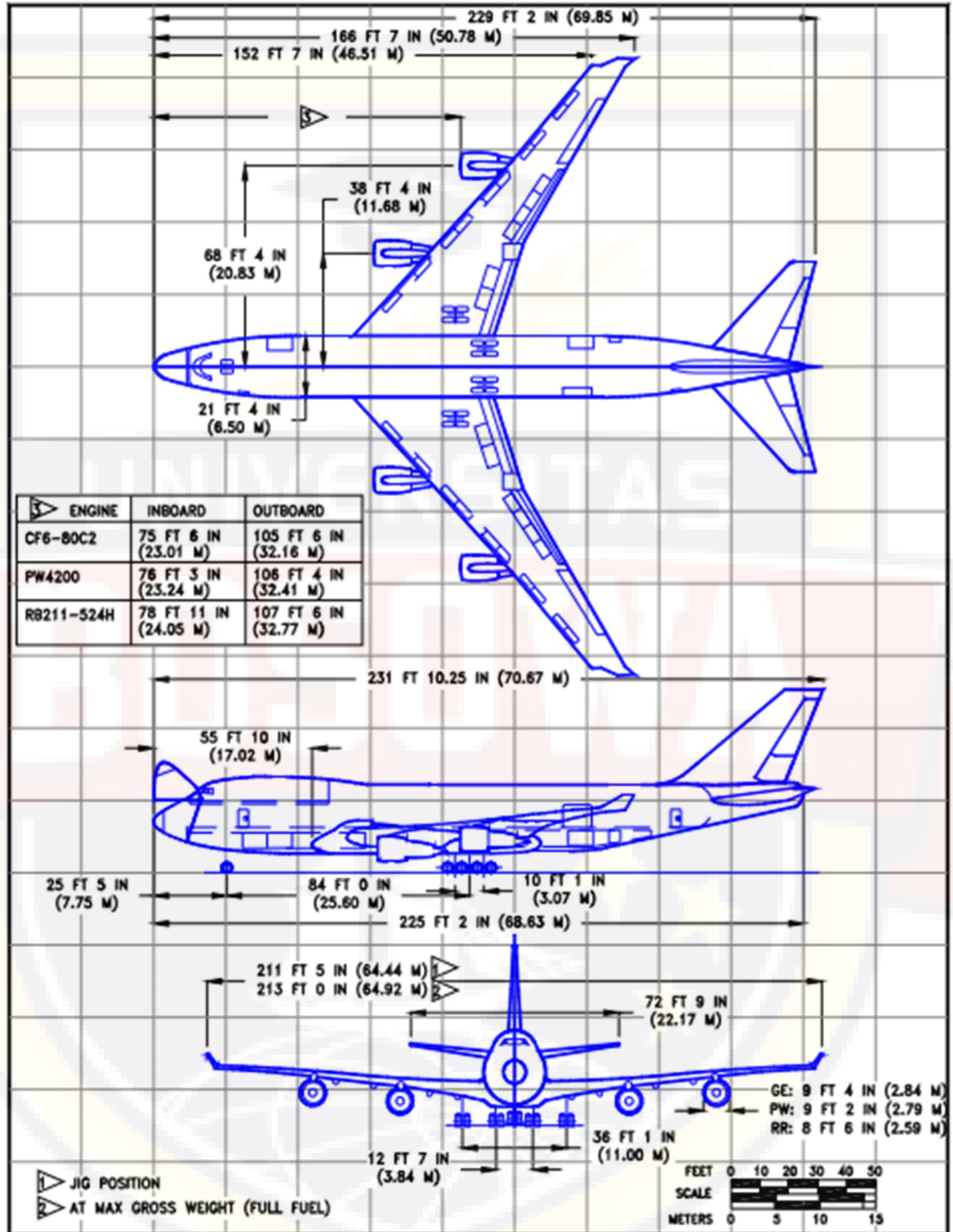
### 3. Tekanan pada ban pesawat terbang (*type pressure*)

Tekanan pada ban pesawat bervariasi antara 75-200 psi (516-1380 kpa) tergantung dari konfigurasi pesawat terbang dan berat kotor pesawat.



Gambar 2.14 Landing Gear Footprint model Boeing 747-400

Sumber : Airplane Characteristics for Airport Planning



Gambar 2.15 General Dimensions Model Boeing 747-400

Sumber : Airplane Characteristics for Airport Planning

## 2.7 Volume Lalu Lintas Udara

Nilai *Equivalent Annual Departures (EAD)* dari tipe pesawat terbang lain yang akan beroperasi, didapatkan dengan mengkonversi pesawat terbang tersebut terlebih dahulu ke pesawat terbang rencana dengan menggunakan persamaan 2.4 berikut:

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \times \sqrt{W_2/W_1} \dots\dots\dots 2.4$$

Dengan:

R1 : *Equivalent Annual Departures (EAD)* pesawat rencana

R2 : *Equivalent Annual Departures (EAD)* pesawat

W1 : Beban roda pesawat rencana (lbs)

W2 : Beban roda pesawat (lbs)

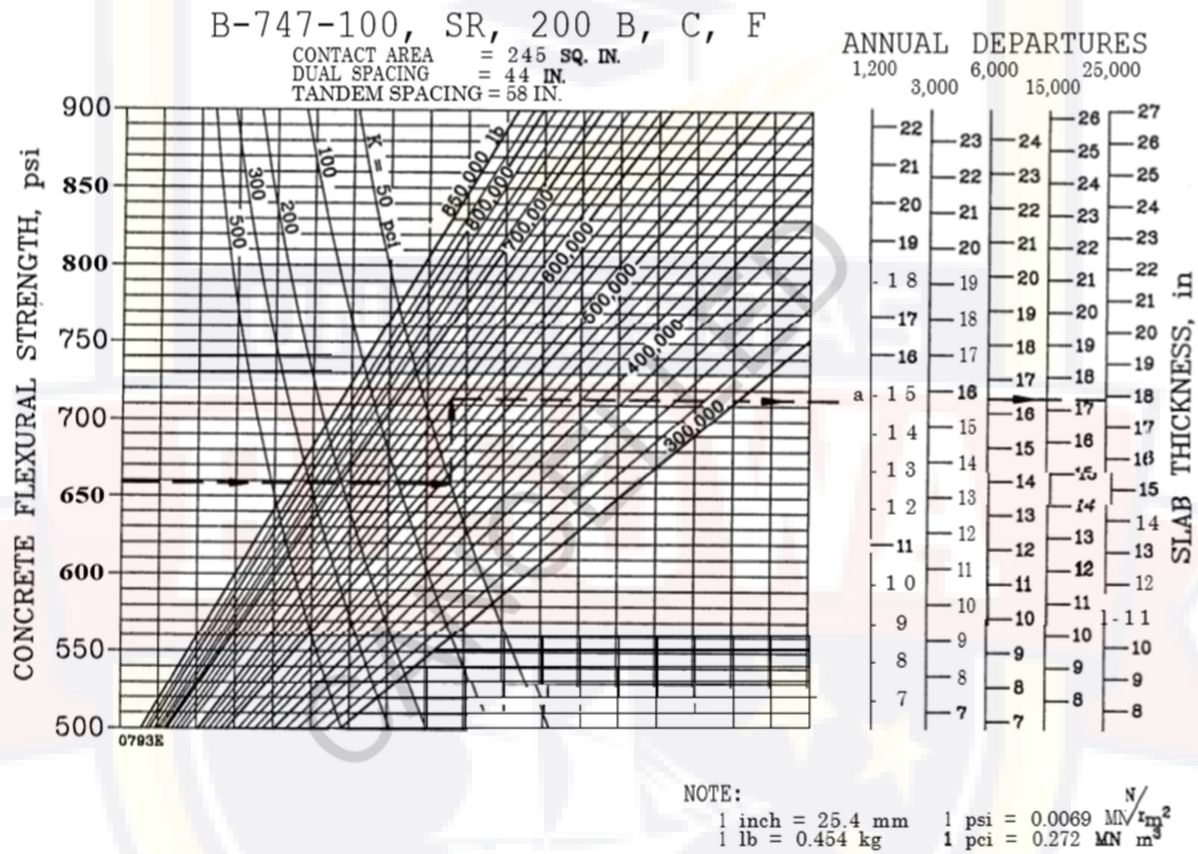
*Equivalent Annual Departures (EAD)* total yang lebih besar dari 25000, FAA memberikan toleransi untuk penambahan ketebalan lapis keras kaku, tebal lapis keras kaku hasil hitungan harus dikalikan dengan faktor seperti tertera pada tabel di bawah dan tebal lapis permukaan (*surface course*) ditambah 1 inchi. Jika didapat EAD total diantara nilai-nilai yang terdapat pada tabel. Maka persentase penambahan tebal lapis keras dapat dicari dengan cara menginterpolasikan dari nilai-nilai EAD yang ada. Nilai koreksi tebal lapis untuk EAD di atas 25000 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.9 Koreksi Tebal lapis untuk EAD Total >25000

| Tingkat Keberangkatan | Persen dari 25000 Tebal departure (%) |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 50.000                | 104                                   |
| 100.000               | 108                                   |
| 150.000               | 110                                   |
| 200.000               | 112                                   |

Sumber: Basuki, 1986

Setelah parameter-parameter yang diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan kaku diperoleh, lalu data tersebut diplotkan ke dalam kurva yang telah ditetapkan oleh FAA, kurva tersebut dibedakan sesuai dengan tipe roda pendaratan.



Gambar 2.16 Rigid Pavement Design Curves, B-747-100, SR, 200 B,C,F

Sumber : FAA AC 150/5320-6d, 1995

## 2.8 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Bahan tanah dasar dibawah perkerasan kaku harus dipadatkan untuk mendapatkan stabilisasi yang cukup dan daya dukung merata terhadap beban. Kekuatan tanah dasar yang diperlukan dalam perancangan perkerasan kaku adalah nilai modulus tanah dasar ( $k$ ). Modulus tanah dasar ( $k$ ) didasarkan pada pengklasifikasian kondisi suatu tanah dasar yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan kaku. Dalam hal ini nilai  $k$  digunakan pada lapis *sub grade* dan *sub base course* untuk mencari ketebalan dari kedua lapis tersebut (Heru Basuki, 1986).

Kekuatan daya dukung tanah dasar pada struktur perkerasan kaku dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar ( $k$ ) melalui *pengujian plate bearing*. Menurut metode AASHTO T222-86 pengujiannya dilakukan pada daerah yang mewakili material pondasi yang akan menopang perkerasan (Basuki, 2008). Jika nilai  $k$  pada perencanaan belum dapat diukur, maka dapat digunakan nilai  $k$  hasil korelasi dengan nilai CBR, akan tetapi nilai korelasi ini harus diuji kembali di lapangan. Menurut Siswosubroto (2006) dalam Sunu, nilai  $k$  dapat ditentukan berdasarkan nilai CBR apabila dalam keadaan terpaksa.

Berdasarkan Metode FAA AC 150/5320-6e untuk menentukan modulus elastisitas didapatkan dari CBR dan  $k$  menggunakan korelasi  $E=1500 \times \text{CBR}$  dan  $E= 26 \times k^{1,284}$ . Modulus reaksi tanah dasar ( $k$ ) =  $28,6929 \times \text{CBR}^{0,7788}$ .



Pendekatan nilai CBR dengan jenis tanah diberikan sesuai dengan

Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Kalsifikasi Tanah Berdasarkan CBR

| CBR   | General Rating | Uses          | Classification system  |                     |
|-------|----------------|---------------|------------------------|---------------------|
|       |                |               | Unified                | AASHTO              |
| 0-3   | Very poor      | Subgrade      | OH,CH,MH,OL            | A5, A6, A7          |
| 3-7   | Poor to fair   | Subgrade      | OH,CH,MH,OL            | A4, A5, A6, A7      |
| 7-20  | Fair           | Subgrade      | OL, CL, ML, SC, SM, SP | A2, A4, A6, A7      |
| 20-50 | Good           | Base, Subbase | GM, GC, SW, SM, SP, GL | A1b, A2-5, A3, A2-6 |
| 50    | Excellent      | Base, Subbase | GW, GM                 | A1a, A2-4, A3       |

Sumber: Braja M. Das, Mekanika Tanah Jilid 1

Untuk menentukan modulus tanah dasar ( $k$ ) digunakan tabel karakteristik tanah untuk perkerasan pondasi yang dikeluarkan oleh FAA pada tabel 2.8 berikut:

Tabel 2.11 Karakteristik Tanah untuk Pondasi

| Major Divisions                      | Letter                     | Name                  | Value as Foundation When Not Subject to Frost Action         | Value as Base Directly under Wearing Surface | Potential Frost Action | Compressibility and Expansion | Drainage Characteristic | Unit Dry Weight (pcf)          | CBR     | Subgrade Modulus $k$ (pci) |             |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------|--|--|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------|----------------------------|-------------|
| (1)                                  | (2)                        | (3)                   | (4)  | (5)  | (6)                    | (7)                           | (8)                     | (9)                            | (10)    | (11)                       | (12)        |
| Coarse-gravelly soils                | Gravel and gravelly soils  | GW                    | Gravel or sandy gravel, well graded                          | Excellent                                    | Good                   | None to very slight           | Almost none             | Excellent                      | 125-140 | 60-80                      | 300 or more |
|                                      |                            | GP                    | Gravel or sandy gravel, poorly graded                        | Good   | Poor to fair           | None to very slight           | Almost none             | Excellent                      | 120-130 | 35-60                      | 300 or more |
|                                      |                            | GU                    | Gravel or sandy gravel, uniformly graded                     | Good to excellent                            | Poor                   | None to very slight           | Almost none             | Excellent                      | 115-125 | 25-50                      | 300 or more |
|                                      |                            | GM                    | Silty gravel or silty sandy gravel                           | Good   | Fair to good           | Slight to medium              | Very slight             | Fair to poor                   | 130-145 | 40-80                      | 300 or more |
|                                      |                            | GC                    | Clayey gravel or clayey sandy gravel                         | Good to excellent                            | Poor                   | Slight to medium              | Slight                  | Poor to practically impervious | 120-140 | 20-40                      | 200-300     |
|                                      | Sand and sandy soils       | SW                    | Sand or gravelly sand, well graded                           | Good   | Poor to not suitable   | None to very slight           | Almost none             | Excellent                      | 110-130 | 20-40                      | 200-300     |
|                                      |                            | SP                    | Sand or gravelly sand, poorly graded                         | Fair to good                                 | Not suitable           | None to very slight           | Almost none             | Excellent                      | 105-120 | 15-25                      | 200-300     |
|                                      |                            | SU                    | Sand or gravelly sand, Poor or uniformly Not suitable graded | Fair to good                                 | Poor                   | None to very slight           | Almost none             | Excellent                      | 100-115 | 10-20                      | 200-300     |
|                                      |                            | SM                    | Silty sand or silty gravelly sand                            | Good   | Not suitable           | Slight to high                | Very slight             | Fair to poor                   | 120-135 | 20-40                      | 200-300     |
|                                      |                            | SC                    | Clayey sand or clayey gravelly sand                          | Fair to good                                 | Not suitable           | Slight to high                | Slight to medium        | Poor to practically impervious | 105-130 | 10-20                      | 200-300     |
| Fine grained soils                   | Low compressibility LL<50  | ML                    | Silts, sandy silts, gravelly silts, or diatomaceous soils    | Fair to good                                 | Not suitable           | Medium to very high           | Slight to medium        | Fair to poor                   | 100-125 | 5-15                       | 100-200     |
|                                      |                            | CL                    | Lean clays, sandy clays, or gravelly clays                   | Fair to good                                 | Not suitable           | Medium to very high           | Medium                  | Practically impervious         | 100-125 | 5-15                       | 100-200     |
|                                      |                            | OL                    | Organic silts or lean organic clays                          | Poor   | Not suitable           | Medium to very high           | Medium to high          | Poor                           | 90-105  | 4-8                        | 100-200     |
|                                      | High compressibility LL<50 | MH                    | Micaceous clays or diatomaceous soils                        | Poor   | Not suitable           | Medium to very high           | High                    | Fair to poor                   | 80-100  | 4-8                        | 100-200     |
|                                      |                            | CH                    | Fat clays  | Poor to very poor                            | Not suitable           | Medium                        | High                    | Practically impervious         | 90-110  | 3-5                        | 50-100      |
|                                      |                            | OH                    | Fat organic clays  | Poor to very poor                            | Not suitable           | Medium                        | High                    | Practically impervious         | 80-105  | 3-5                        | 50-100      |
| Peat and other fibrous organic soils | Pt                         | Peat, humus and other | Not suitable   | Not suitable                                 | Slight                 | Very high                     | Fair to poor            | -                              | -       | -                          |             |

Sumber : AFF AC 150/5320-6E

## 2.9 Kekuatan Lentur Beton (*Flexural Strength Concrete*)

Dalam perencanaan perkerasan kaku, kekuatan beton tidak hanya dinyatakan dalam kuat tekan (*compressive strength*) tapi dalam kuat lentur (*flexural strength*), yaitu kuat lentur yang diperlukan untuk mengatasi tegangan yang diakibatkan oleh beban roda dari lalu lintas rencana (Sunu, 2008).

Hubungan antara *flexural strength* dan *compressive strength* yang biasa digunakan dalam desain perkerasan sesuai dengan SNI 03-2847-2002 sebagai berikut:

$$MR = K \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots 2.5$$

Dengan:

MR : *Modulus of rupture (Flexural strength)*

K : Konstanta (Menurut SNI untuk beton normal K=0.75)

$f_c'$  : Kuat tekan beton

## 2.10 Metode *Federal Aviation Administration (FAA)*

*Federal Aviation Administration (FAA)* adalah otoritas penerbangan nasional Amerika Serikat. Sebuah lembaga dari Amerika Departement Perhubungan, memiliki kewenangan untuk mengatur dan mengawal semua aspek penerbangan sipil di AS Federal Aviation Act tahun 1958 dibuat dengan nama organisasi "*Federal Aviation Agency*", dan

mengadopsi nama yang sekarang (FAA) pada tahun 1966 ketika menjadi bagian dari Amerika Serikat Departemen Perhubungan.

Peran utama FAA meliputi:

1. Mengatur transportasi AS ruang komersial
2. Mengatur geometri udara fasilitas navigasi dan penerbangan inspeksi standar
3. Mendorong dan mengembangkan sipil aeronautika, termasuk teknologi penerbangan baru
4. Penerbitan, menanggukhan, atau mencabut sertifikat percontohan
5. Mengatur penerbangan sipil untuk mempromosikan keselamatan, khususnya melalui kantor lokal yang disebut Standar Penerbangan Kantor Distrik
6. Mengembangkan dan mengoperasikan sistem kontrol lalu lintas udara dan navigasi untuk pesawat sipil dan militer
7. Meneliti dan mengembangkan Sistem Udara Nasional dan sipil *aeronautika*
8. Mengembangkan dan melaksanakan program untuk mengendalikan kebisingan pesawat terbang dan efek lingkungan lainnya dari penerbangan sipil

Metode perkerasan kaku yang umum digunakan dalam dunia penerbangan adalah metode FAA karena kelebihanannya yaitu metode ini dianggap lebih bisa menerima variasi pergerakan pesawat dan juga

peningkatan jumlah pergerakan pesawat di masa yang akan datang. Parameter-parameter yang digunakan dalam metode FAA pada *Advisory Circular No 150/5320-6D "Airport Pavement and Evaluation"* untuk merencanakan perkerasan kaku meliputi berat landas kotor pesawat terbang, konfigurasi dan ukuran roda pendaratan.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang ada mulai dari melakukan peninjauan langsung ke Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, data angkutan udara dari instansi setempat, dan website resmi dari lembaga yang bersangkutan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Data Primer

Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan mewawancarai pihak PT Amarta Karya (Persero) selaku kontraktor pelaksana perluasan *apron* baru di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Pengamatan aktifitas pesawat, posisi parkir pesawat, jenis pesawat dan penanganan penumpang dari *apron* ke terminal dan sebaliknya. Pengambilan dokumentasi lokasi penelitian.

##### 2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Data pergerakan pesawat yang digunakan yaitu untuk pergerakan lalu lintas pesawat berdasarkan jenis pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin selama tahun 2014 untuk penerbangan terjadwal.

Pemilihan pada tahun tersebut karena alasan ketersediaan data pergerakan pesawat dalam kurung waktu Tahun 2014-2018.

- b. *Lay-out apron* dan bandara secara keseluruhan
- c. Data tanah (CBR), tebal *Lean concrete* dan beton yang digunakan

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, di sisi udara (*airside*). Bandara ini bernama Lapangan Terbang Kadieng terletak 30 km dari kota Makassar, provinsi Sulawesi Selatan. Bandar udara ini berada pada jalan Airport No. 1, Kab. Maros, provinsi Sulawesi Selatan. Bandar udara ini dioperasikan oleh PT. Angkasa Pura I (Persero).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Rencana Perluasan Apron Baru)



Gambar 3.2 *Apron* Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan dan mengumpulkan data adalah sebagai berikut:

- a. Observasi lapangan langsung
- b. Wawancara
- c. Dokumentasi

### 3.4 Tahap Penelitian

Jenis perkerasan yang digunakan dalam perencanaan *apron* adalah perkerasan kaku (*rigid pavement*). Langkah-langkah perencanaan perkerasan kaku metode *FAA* adalah sebagai berikut:

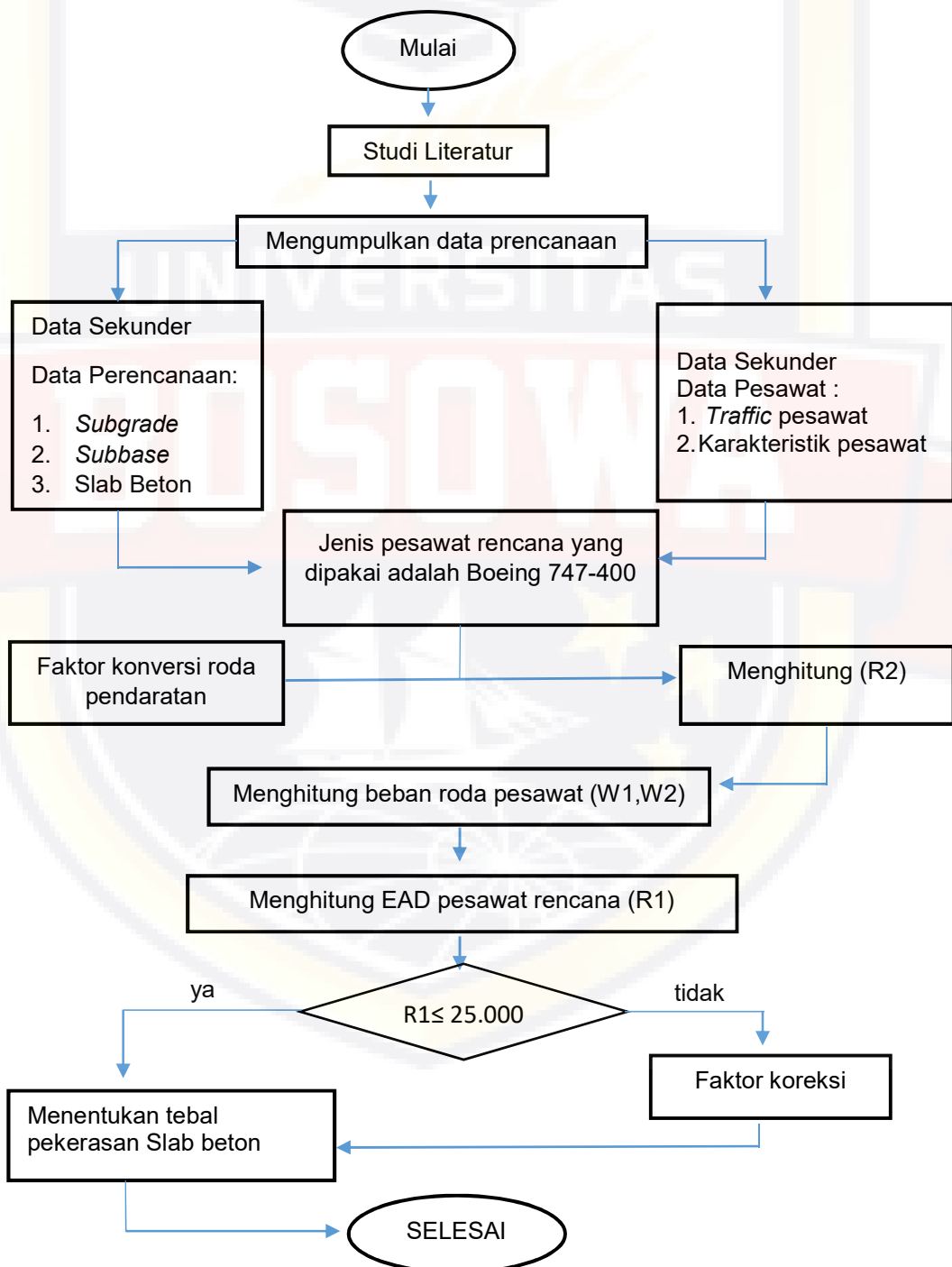
1. Pengambilan data lalu lintas udara Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin



2. Menghitung rata-rata pertumbuhan pesawat dan proyeksi pergerakan pesawat tahunan
3. Menentukan konfigurasi pendaratan utama dan MTOW *aircraft*
4. Menentukan pesawat rencana (*critical aircraft*) yakni tipe pesawat Boeing 747-400.
5. Menentukan jumlah keberangkatan tahunan (*annual departure*) pesawat campuran (R2), persamaan 2.1
6. Menghitung beban roda pesawat campuran (W2), persamaan 2.2
7. Menentukan beban roda pesawat rencana (W1) sesuai dengan pesawat rencana (*critical aircraft*)
8. Menghitung *annual departure* pesawat rencana (R1), persamaan 2.4
9. Menentukan modulus reaksi (*k*)
10. Menentukan kekuatan lentur beton (*flexural strength concrete*)  
Nilai *flexural strength* didapatkan berdasarkan hubungan antara *flexural strength* dan *compressive strength* yang biasa digunakan dalam desain perkerasan, sesuai dengan persamaan 2.5
11. Menentukan tebal slab beton (*concrete slab*) dengan menggunakan nilai *flexural strength*, modulus reaksi *k*, MTOW pesawat rencana dan *equivalent annual departure* sebagai data untuk menghitung perkerasan rigid dengan kurva grafik perencanaan perkerasan rigid oleh FAA yang sesuai dengan jenis pesawat rencana.

### 3.5 Flow Chart Penelitian

Dari data jumlah pergerakan pesawat tahunan yang diperoleh, kemudian digunakan untuk menganalisis tebal lapis perkerasan kaku dengan menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) sebagai berikut :



Gambar 3.3 Langkah-langkah perencanaan penentuan tebal *rigid pavement* metode FAA

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Lalu Lintas Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan

##### Hasanuddin

Pengambilan data sekunder yakni berupa data lalu lintas pergerakan pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Dalam perencanaan bandar udara dibutuhkan data lalu lintas pergerakan pesawat tahunan yang selanjutnya digunakan dalam memprediksi nilai pertumbuhan lalu lintas pesawat. Sehingga dalam merencanakan tebal struktur perkerasan *apron* dibutuhkan data sebagai berikut:

#### 4.1 Data Statistik Lalu Lintas Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Tahun 2014 sampai dengan Tahun 2018

| Tahun | Pergerakan Pesawat ( <i>Departure</i> ) |          | Total Pergerakan pesawat |
|-------|---|----------|--------------------------|
|       | Internasional                           | Domestik |                          |
| 2014  | 412                                     | 41.261   | 41.673                   |
| 2015  | 487                                     | 43.788   | 44.275                   |
| 2016  | 547                                     | 49.767   | 50.314                   |
| 2017  | 629                                     | 56.328   | 56.957                   |
| 2018  | 703                                     | 58.570   | 59.273                   |

Sumber : UPT. Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin

#### 4.2 Rata-rata Pertumbuhan Pesawat dan Proyeksi Pergerakan

##### Pesawat Tahunan

Pergerakan pesawat dilakukan dengan menghitung jumlah pergerakan pesawat selama tahun 2018 untuk penerbangan terjadwal. Untuk menghitung tebal struktur perkerasan *apron* maka terlebih dahulu

dibuat proyeksi pergerakan pesawat tahunan terhitung 20 tahun umur layanan sesuai standar FAA. Kemudian dari data proyeksi pergerakan pesawat tahunan dapat diperoleh prediksi pertumbuhan lalu lintas tahunan. Data yang digunakan adalah data keberangkatan tahunan (*annual departure*). Rangkuman pergerakan pesawat baik penerbangan domestik maupun internasional dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4.2 Pergerakan Pesawat >100 pergerakan pada tahun 2018

| No. | Type Aircraft | Berangkat (Departure) |       | Total  | Keterangan                   |
|-----|---------------|-----------------------|-------|--------|------------------------------|
|     |               | Domestik              | Int'l |        |                              |
| 1   | B737-800      | 16.535                | 8     | 16.543 | Boeing                       |
| 2   | A320          | 13.371                | 367   | 13.738 | Airbus                       |
| 3   | B739ER        | 9.590                 | 2     | 9.592  | Boeing                       |
| 4   | ATR-72        | 7.935                 | 0     | 7.935  | Avions de Transport Regional |
| 5   | CRJX          | 3.300                 | 0     | 3.300  | Bombardier                   |
| 6   | B733          | 1.879                 | 1     | 1.880  | Boeing                       |
| 7   | B735          | 1.870                 | 0     | 1.870  | Boeing                       |
| 8   | B739          | 1.117                 | 0     | 1.117  | Boeing                       |
| 9   | B738MAX       | 1.109                 | 2     | 1.111  | Boeing                       |
| 10  | MD82          | 591                   | 0     | 591    | McDonnell Douglas            |
| 11  | ATR-42        | 321                   | 0     | 321    | Avions de Transport Regional |
| 12  | MD83          | 291                   | 0     | 291    | McDonnell Douglas            |
| 13  | A333          | 90                    | 141   | 231    | Airbus                       |
| 14  | A332          | 160                   | 1     | 161    | Airbus                       |
| 15  | B744          | 3                     | 140   | 143    | Boeing                       |

Sumber : UPT. Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin

Penentuan angka pertumbuhan (i) pergerakan pesawat dimulai dari tahun 2014-2018. Rata-rata angka pertumbuhan pergerakan pesawat bandara Internasional Sultan Hasanuddin (2014-2018) adalah 9,29%. Angka ini selanjutnya digunakan untuk proyeksi pergerakan pesawat tahunan.

Tabel 4.3 Rata-rata Angka Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Bandara Internasional Sultan Hasanuddin (2014-2018)

| Tahun                              | Pergerakan Pesawat ( <i>Departure</i> ) |          | Total Pergerakan pesawat | Angka pertumbuhan |
|------------------------------------|---|----------|--------------------------|-------------------|
|                                    | Internasional                           | Domestik |                          |                   |
| 2014                               | 412                                     | 41.261   | 41.673                   |                   |
| 2015                               | 487                                     | 43.788   | 44.275                   | 6,24%             |
| 2016                               | 547                                     | 49.767   | 50.314                   | 13,64%            |
| 2017                               | 629                                     | 56.328   | 56.957                   | 13,20%            |
| 2018                               | 703                                     | 58.570   | 59.273                   | 4,07%             |
| <b>Rata-rata angka pertumbuhan</b> |   |          |                          | <b>9,29%</b>      |

Sumber : Hasil Perhitungan

Angka pertumbuhan dari tahun 2014-2015

$$= \frac{\text{total pergerakan pesawat tahun 2015} - \text{total pergerakan pesawat tahun 2014}}{\text{total pergerakan pesawat tahun 2014}} \times 100\%$$

$$= \frac{44.275 - 41.673}{41.673} \times 100\%$$

$$= 6,24\%$$

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan pergerakan pesawat tahunan diberikan pada persamaan berikut.

$$R_n = R_0 (1+i)^n$$

Tabel 4.4 Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan

| No. | Type Aircraft | Berangkat ( <i>Departure</i> ) |       | Total  | Rn     | Keterangan                   |
|-----|---------------|--------------------------------|-------|--------|--------|------------------------------|
|     |               | Domestik                       | Int'l |        |        |                              |
| 1   | B737-800      | 16.535                         | 8     | 16.543 | 97.731 | Boeing                       |
| 2   | A320          | 13.371                         | 367   | 13.738 | 81.160 | Airbus                       |
| 3   | B739ER        | 9.590                          | 2     | 9.592  | 56.667 | Boeing                       |
| 4   | ATR-72        | 7.935                          | 0     | 7.935  | 46.878 | Avions de Transport Regional |
| 5   | CRJX          | 3.300                          | 0     | 3.300  | 19.495 | Bombardier                   |
| 6   | B733          | 1.879                          | 1     | 1.880  | 11.106 | Boeing                       |
| 7   | B735          | 1.870                          | 0     | 1.870  | 11.047 | Boeing                       |
| 8   | B739          | 1.117                          | 0     | 1.117  | 6.599  | Boeing                       |
| 9   | B738MAX       | 1.109                          | 2     | 1.111  | 6.563  | Boeing                       |

| No. | Type Aircraft | Berangkat (Departure) |       | Total | Rn    | Keterangan                   |
|-----|---------------|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------------|
|     |               | Domestik              | Int'l |       |       |                              |
| 10  | MD82          | 591                   | 0     | 591   | 3.491 | McDonnell Douglas            |
| 11  | ATR-42        | 321                   | 0     | 321   | 1.896 | Avions de Transport Regional |
| 12  | MD83          | 291                   | 0     | 291   | 1.719 | McDonnell Douglas            |
| 13  | A333          | 90                    | 141   | 231   | 1.365 | Airbus                       |
| 14  | A332          | 160                   | 1     | 161   | 951   | Airbus                       |
| 15  | B744          | 3                     | 140   | 143   | 845   | Boeing                       |

Sumber : Hasil Perhitungan

Proyeksi pergerakan pesawat tahunan B737-800

$$R_n = R_0 (1+i)^n$$

$$R_n = 16.543 (1 + 9,29\%)^{20}$$

$$R_n = 97.731$$

### 4.3 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama dan MTOW Aircraft

Tabel 4.5 Konfigurasi roda pendaratan utama dan MTOW

| No | Type Aircraft | Konfigurasi Roda   | MTOW (Lbs) | Keterangan                   |
|----|---------------|--------------------|------------|------------------------------|
| 1  | B737-800      | Dual Wheel         | 174700     | Boeing                       |
| 2  | A320          | Dual Wheel         | 174165     | Airbus                       |
| 3  | B739ER        | Dual Wheel         | 187700     | Boeing                       |
| 4  | ATR-72        | Dual Wheel         | 49603      | Avions de Transport Regional |
| 5  | CRJX          | Dual Wheel         | 85968      | Bombardier                   |
| 6  | B733          | Dual Wheel         | 139500     | Boeing                       |
| 7  | B735          | Dual Wheel         | 136000     | Boeing                       |
| 8  | B739          | Dual Wheel         | 174200     | Boeing                       |
| 9  | B738MAX       | Dual Wheel         | 174200     | Boeing                       |
| 10 | MD82          | Dual Wheel         | 149500     | McDonnell Douglas            |
| 11 | ATR-42        | Dual Wheel         | 41005      | Avions de Transport Regional |
| 12 | MD83          | Dual Wheel         | 160000     | McDonnell Douglas            |
| 13 | A333          | Dual Tandem        | 533519     | Airbus                       |
| 14 | A332          | Dual Tandem        | 533519     | Airbus                       |
| 15 | B744          | Double Dual-Tandem | 875000     | Boeing                       |

Sumber : Database FAA 2018, skybrary

#### 4.4 Penentuan Pesawat Rencana

Dalam metode FAA AC 150/5320-6D pesawat rencana adalah pesawat yang mengakibatkan tebal slab beton terbesar pada kurva desain tebal perkerasan. Parameter yang digunakan dalam kurva desain tebal slab beton adalah modulus reaksi *subgrade* dan nilai kuat lentur beton. Nilai tersebut disesuaikan dengan spesifikasi teknis di mana nilai modulus reaksi *subgrade* dikonversi dari nilai CBR rencana dan nilai kuat lentur dikonversi dari nilai kuat tekan rencana. Pesawat rencana yang digunakan adalah pesawat tipe Boeing 747. Daya dukung tanah dalam nilai CBR adalah 6%. Dalam persyaratan FAA, nilai CBR untuk perencanaan paling minimum adalah 3%, apabila dibawah 3% maka perlu dilakukan stabilisasi. Dalam perencanaan ini, di ambil nilai CBR 7% sebab nilai 7% adalah nilai CBR minimum *subgrade* yang diperoleh di lapangan. Dari Nilai CBR, maka diperoleh nilai  $k_{subgrade}$  (*modulus reaction of subgrade*) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Modulus elastisitas } (E) = 26 \times k^{1,284} \dots (\text{Metode FAA AC 150/5320-6e})$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus reaksi tanah dasar } (k) &= 28,6929 \times 7^{0,7788} \\ &= 130,598 \approx 131 \text{ pci} \end{aligned}$$

#### 4.5 Annual Departure Pesawat Campuran (R2)

Menentukan jumlah keberangkatan tahunan (*annual departure*) pesawat campuran dimana diperoleh dengan cara mengalikan proyeksi pergerakan pesawat tahunan dengan faktor konversi roda pendaratan.

$$R2 = \text{pergerakan pesawat tahunan} \times \text{faktor konversi roda pendaratan}$$

Tabel 4.6 Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2)

| No. | Type Aircraft | Total Pergerakan Pesawat | Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan | Faktor Konversi Roda Pendaratan | Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2) | Keterangan                   |
|-----|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---|------------------------------|
| 1   | B737-800      | 16.543                   | 97.731                              | 0,6                             | 58.639                                  | Boeing                       |
| 2   | A320          | 13.738                   | 81.160                              | 0,6                             | 48.696                                  | Airbus                       |
| 3   | B739ER        | 9.592                    | 56.667                              | 0,6                             | 34.000                                  | Boeing                       |
| 4   | ATR-72        | 7.935                    | 46.878                              | 0,6                             | 28.127                                  | Avions de Transport Regional |
| 5   | CRJX          | 3.300                    | 19.495                              | 0,6                             | 11.697                                  | Bombardier                   |
| 6   | B733          | 1.880                    | 11.106                              | 0,6                             | 6.664                                   | Boeing                       |
| 7   | B735          | 1.870                    | 11.047                              | 0,6                             | 6.628                                   | Boeing                       |
| 8   | B739          | 1.117                    | 6.599                               | 0,6                             | 3.959                                   | Boeing                       |
| 9   | B738MAX       | 1.111                    | 6.563                               | 0,6                             | 3.938                                   | Boeing                       |
| 10  | MD82          | 591                      | 3.491                               | 0,6                             | 2.095                                   | McDonnell Douglas            |
| 11  | ATR-42        | 321                      | 1.896                               | 0,6                             | 1.138                                   | Avions de Transport Regional |
| 12  | MD83          | 291                      | 1.719                               | 0,6                             | 1.031                                   | McDonnell Douglas            |
| 13  | A333          | 231                      | 1.365                               | 1,0                             | 1.365                                   | Airbus                       |
| 14  | A332          | 161                      | 951                                 | 1,0                             | 951                                     | Airbus                       |
| 15  | B744          | 143                      | 845                                 | 1,0                             | 845                                     | Boeing                       |

Sumber : Hasil Perhitungan

#### Annual departure pesawat campuran (R2) B737-800

R2 = pergerakan pesawat tahunan x faktor konversi roda pendaratan

$$R2 = 97.731 \times 0,6$$

$$R2 = 58,639$$



#### 4.6 Beban Roda Pesawat Campuran (W2)

Dalam mendesain tebal perkerasan kaku menggunakan metode FAA, perlu diperhatikan jenis pesawat yang beroperasi sebab setiap pesawat memiliki bobot yang berbeda-beda sesuai dengan tipenya. Perhitungan tebal perkerasan didasarkan pada “Berat lepas-landas maksimum” pesawat atau dikenal dengan istilah “*Maximum Take Off Weight*” (MTOW). Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan karena penyaluran beban pesawat diberikan melalui roda ke perkerasan. Masing-masing roda pendaratan pesawat campuran akan dikonversi ke roda pendaratan pesawat rencana. W2 merupakan beban roda pesawat campuran dimana dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W2 = 95\% \times \text{MTOW} \times 1/N$$

Tabel 4.7 Beban Roda Pesawat Campuran (W2)

| No. | Type Aircraft | Total Pergerakan Pesawat | Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan | Faktor Konversi Roda Pendaratan | Jumlah Roda Pendaratan (N) | MTOW (lbs) | Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2) | Beban Roda Pesawat Campuran (W2) lbs |
|-----|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|---|--------------------------------------|
| a   | b             | c                        | d                                   | e                               | f                          | g          | $h = (d \times e)$                      | $l = (95\% \times g \times 1/f)$     |
| 1   | B737-800      | 16.543                   | 97.731                              | 0,6                             | 4                          | 174.200    | 58.639                                  | 41.373                               |
| 2   | A320          | 13.738                   | 81.160                              | 0,6                             | 4                          | 174.165    | 48.696                                  | 41.364                               |
| 3   | B739ER        | 9.592                    | 56.667                              | 0,6                             | 4                          | 187.700    | 34.000                                  | 44.579                               |
| 4   | ATR-72        | 7.935                    | 46.878                              | 0,6                             | 4                          | 49.603     | 28.127                                  | 11.781                               |
| 5   | CRJX          | 3.300                    | 19.495                              | 0,6                             | 4                          | 85.968     | 11.697                                  | 20.417                               |
| 6   | B733          | 1.880                    | 11.106                              | 0,6                             | 4                          | 139.500    | 6.664                                   | 33.131                               |
| 7   | B735          | 1.870                    | 11.047                              | 0,6                             | 4                          | 136.000    | 6.628                                   | 32.300                               |
| 8   | B739          | 1.117                    | 6.599                               | 0,6                             | 4                          | 174.200    | 3.959                                   | 41.373                               |
| 9   | B738MAX       | 1.111                    | 6.563                               | 0,6                             | 4                          | 174.200    | 3.938                                   | 41.373                               |
| 10  | MD82          | 591                      | 3.491                               | 0,6                             | 4                          | 149.500    | 2.095                                   | 35.506                               |
| 11  | ATR-42        | 321                      | 1.896                               | 0,6                             | 4                          | 41.005     | 1.138                                   | 9.739                                |
| 12  | MD83          | 291                      | 1.719                               | 0,6                             | 4                          | 160.000    | 1.031                                   | 38.000                               |
| 13  | A333          | 231                      | 1.365                               | 1,0                             | 8                          | 533.519    | 1.365                                   | 63.355                               |

| No. | Type Aircraft | Total Pergerakan Pesawat | Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan | Faktor Konversi Roda Pendaratan | Jumlah Roda Pendaratan (N) | MTOW (lbs) | Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2) | Beban Roda Pesawat Campuran (W2) lbs |
|-----|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|---|--------------------------------------|
| 14  | A332          | 161                      | 951                                 | 1,0                             | 8                          | 533.519    | 951                                     | 63.355                               |
| 15  | B744          | 143                      | 845                                 | 1,0                             | 16                         | 875.000    | 845                                     | 51.953                               |

Sumber: Hasil Perhitungan

#### Beban roda pesawat campuran (W2) B737-800

$$W2 = 95\% \times \text{MTOW} \times 1/N$$

$$W2 = 95\% \times 174.200 \times \frac{1}{4}$$

$$W2 = 41.373 \text{ lbs}$$

#### 4.7 Equivalent Annual Departure Pesawat Rencana (R1)

Equivalent annual departure pesawat rencana (R1) untuk umur rencana 20 tahun, dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Log } R1 = \text{Log } R2 (W2/W1)^{1/2}$$

Tabel 4.8 Equivalent Annual Deaparture Pesawat Rencana (R1)

| No | Type Aircraft | Total Pergerakan Pesawat | Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan | Faktor Konversi Roda Pendaratan | Jumlah Roda Pendaratan (N) | MTOW (lbs) | Annual Departure Pesawat Campuran (R2) | Beban Roda Pesawat Campuran (W2) lbs | Beban Roda Pesawat Rencana (W1) lbs | Equivalent Annual Departure Pesawat Rencana (R1) |
|----|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| a  | b             | c                        | d                                   | e                               | f                          | g          | $h = (d \times e)$                     | $i = (95\% \times g \times 1/f)$     | j                                   | $\text{Log } R1 = \log R2 \times (i/j)^{0.5}$    |
| 1  | B737-800      | 16.543                   | 97.731                              | 0,6                             | 4                          | 174.200    | 58.639                                 | 41.373                               | 51.953                              | 17.990   |
| 2  | A320          | 13.738                   | 81.160                              | 0,6                             | 4                          | 174.165    | 48.696                                 | 41.364                               | 51.953                              | 15.227   |
| 3  | B739ER        | 9.592                    | 56.667                              | 0,6                             | 4                          | 187.700    | 34.000                                 | 44.579                               | 51.953                              | 15.761   |
| 4  | ATR-72        | 7.935                    | 46.878                              | 0,6                             | 4                          | 49.603     | 28.127                                 | 11.781                               | 51.953                              | 131  |
| 5  | CRJX          | 3.300                    | 19.495                              | 0,6                             | 4                          | 85.968     | 11.697                                 | 20.417                               | 51.953                              | 355  |
| 6  | B733          | 1.880                    | 11.106                              | 0,6                             | 4                          | 139.500    | 6.664                                  | 33.131                               | 51.953                              | 1.131  |
| 7  | B735          | 1.870                    | 11.047                              | 0,6                             | 4                          | 136.000    | 6.628                                  | 32.300                               | 51.953                              | 1.031  |
| 8  | B739          | 1.117                    | 6.599                               | 0,6                             | 4                          | 174.200    | 3.959                                  | 41.373                               | 51.953                              | 1.623  |
| 9  | B738MAX       | 1.111                    | 6.563                               | 0,6                             | 4                          | 174.200    | 3.938                                  | 41.373                               | 51.953                              | 1.616  |
| 10 | MD82          | 591                      | 3.491                               | 0,6                             | 4                          | 149.500    | 2.095                                  | 35.506                               | 51.953                              | 557  |
| 11 | ATR-42        | 321                      | 1.896                               | 0,6                             | 4                          | 41.005     | 1.138                                  | 9.739                                | 51.953                              | 21   |
| 12 | MD83          | 291                      | 1.719                               | 0,6                             | 4                          | 160.000    | 1.031                                  | 38.000                               | 51.953                              | 378  |
| 13 | A333          | 231                      | 1.365                               | 1,0                             | 8                          | 533.519    | 1.365                                  | 63.355                               | 51.953                              | 2.897  |

| No                                       | Type Aircraft | Total Pergerakan Pesawat | Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan | Faktor Konversi Roda Pendaratan | Jumlah Roda Pendaratan (N) | MTOW (lbs) | Annual Departure Pesawat Campuran (R2) | Beban Roda Pesawat Campuran (W2) lbs | Beban Roda Pesawat Rencana (W1) lbs | Equivalent Annual Departure Pesawat Rencana (R1) |
|--|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 14                                       | A332          | 161                      | 951                                 | 1,0                             | 8                          | 533.519    | 951                                    | 63.355                               | 51.953                              | 1.945  |
| 15                                       | B744          | 143                      | 845                                 | 1,0                             | 16                         | 875.000    | 845                                    | 51.953                               | 51.953                              | 845  |
| <i>Equivalent Annual Departure (EAD)</i> |               |                          |                                     |                                 |                            |            |  |                                      |                                     | 61.507   |

Sumber: Hasil Perhitungan

### **Equivalent annual departure pesawat rencana (R1) B737-800**

$$\text{Log R1} = \text{Log R2} (W2/W1)^{0,5}$$

$$\text{Log R1} = \text{Log } 58.639 (41.373/51.953)^{0,5}$$

$$\text{Log R1} = \text{Log } 58.39 \times 0,892$$

$$\text{Log R1} = 4,768 \times 0,892$$

$$\text{Log R1} = 4,255$$

$$R1 = 10^{4,255}$$

$$R1 = 17.990$$

## **4.8 Penentuan Tebal Perkerasan Struktur Apron**

### **4.8.1 Menentukan nilai *k* (modulus reaksi)**

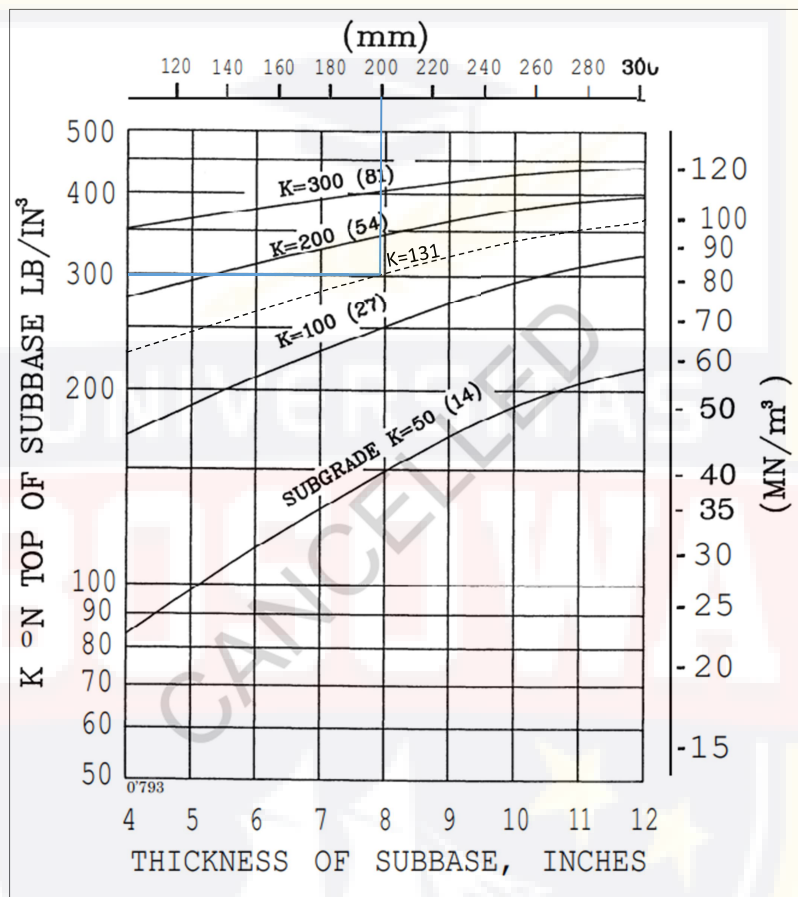
Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui nilai *k subgrade* untuk CBR 7% sebesar 131 pci. Nilai tersebut akan digunakan untuk mengetahui nilai *ksubbase* dan *base* yang distabilisasi (*stabilized base*). Untuk pesawat dengan bobot <100.000 lbs, FAA mensyaratkan tebal minimum untuk *base* adalah 150 mm dan *stabilized base* adalah 125 mm.

Dalam perhitungan ini, direncanakan :

a) *Subbase* = 200 mm

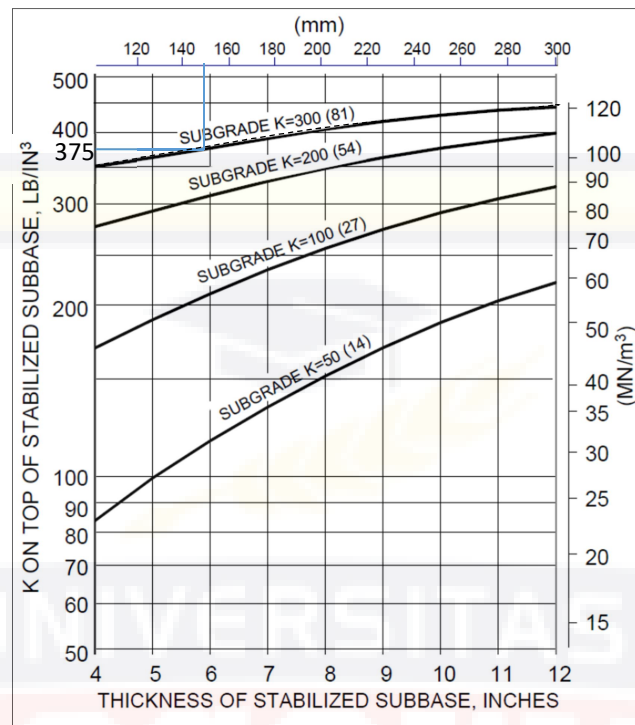
b) *Stabilized Base* = 150 mm

Nilai tersebut kemudian diplot kedalam kurva perencanaan untuk mendapat nilai  $k$  (modulus reaksi) *subbase*. Hasil plot dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.1 Nilai  $k_{subbase}$  berdasarkan nilai  $k_{subgrade}$  dan asumsi tebal *subbase*

Berdasarkan gambar 4.1, diperoleh nilai  $k_{subbase}$  yaitu 300  $\text{lb/in}^3$ . Nilai tersebut digunakan untuk menentukan nilai  $k$  lapisan CTBC berdasarkan tebal rencana yaitu 150 mm. Nilai tersebut diplot dalam kurva perencanaan seperti pada gambar 4.2 berikut :



Gambar 4.2 *Stabilized Subbase Layer Effect on Subgrade Support, k, for Rigid Pavement ( FAA AC 150/5335-5C)*

#### 4.8.2 Kekuatan Lentur Beton (*flexural strength concrete*)

Nilai *flexural strength* didapatkan berdasarkan hubungan antara *flexural strength* yang biasa digunakan dalam desain perkerasan, sesuai dengan persamaan 2.5. Mutu beton yang dipakai pada perencanaan adalah K-400, dengan benda uji silinder dan balok. Maka kuat tekan beton yang digunakan adalah  $400 \text{ kg/cm}^2 \times 0,83 = f'c = 33,2 \text{ Mpa}$ .

$$MR = K \sqrt{f'c} = 0,75 \sqrt{33,2}$$

$$MR = 4,321 \text{ MPa}$$

$$MR = 4,321 \text{ MPa} \times 145,03$$

$$MR = 626,741 \text{ psi} \approx 627 \text{ psi}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, mutu beton  $f'c$  33,2 MPa memenuhi persyaratan minimum kuat lentur untuk perkerasan lapangan terbang.

#### 4.8.3 Tebal Slab Beton

Setelah parameter-parameter yang diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan kaku diperoleh, lalu data tersebut diplotkan ke dalam kurva yang telah ditetapkan oleh FAA, kurva tersebut dibedakan sesuai dengan tipe roda pendaratan. Berdasarkan tipe roda pendaratan pesawat rencana *Boeing 747* yaitu *double dual tandem*, maka digunakan grafik berdasarkan FAA AC 150/5320-6d, 1995, *Rigid Pavement Design Curves, B-747-100, SR, 200 B,C,F*.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh data-data perencanaan sebagai berikut :

*Modulus of soil reaction ( $k_{subbase}$ )* = 375 pci

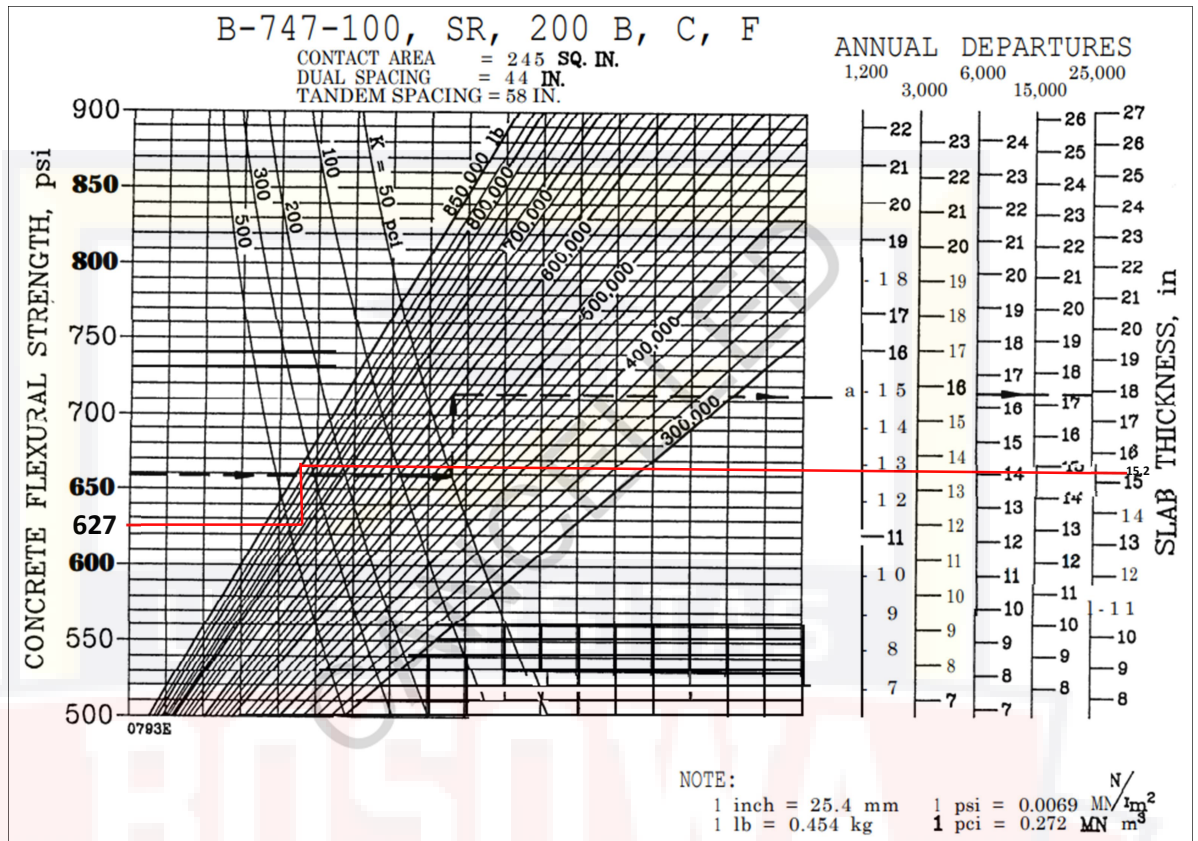
*Flexural strength concrete* = 627 psi

MTOW Pesawat Rencana (B747-400) = 875000 lbs

*Equivalent Annual Departure (EAD)* = 61.507 pesawat

Konfigurasi Roda = *Double Dual tandem*

Nilai di atas diplot kedalam kurva untuk menentukan tebal slab beton berdasarkan nilai  $k$ , bobot pesawat rencana dan EAD, sebagai berikut :



Gambar 4.3 Rigid Pavement Design Curves, B-747-100, SR, 200 B, C, F (FAA AC 150/5320-6D)

Berdasarkan grafik di atas, untuk kuat lentur beton 627 psi, MTOW pesawat rencana 875000 lbs, dan EAD 25000 diperoleh tebal slab beton 15,2 inch. Karena tingkat EAD rencana > 25000 pesawat, maka dilakukan koreksi ketebalan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 4.9 Tebal Perkerasan bagi Tingkat EAD > 25000

| Tingkat Keberangkatan | Persen dari 25000<br>Tebal <i>departure</i> (%) |
|-----------------------|---|
| 50000                 | 104   |
| 100000                | 108   |
| 150000                | 110   |
| 200000                | 112   |

Sumber: Basuki, 1986

Nilai EAD pesawat rencana adalah 61507 pesawat. Karena nilai tersebut tidak tersedia pada tabel 4.9, maka dilakukan interpolasi. Hasil interpolasi diuraikan pada tabel 4.10 berikut :

Tabel 4.10 Hasil Interpolasi sesuai dengan tingkat EAD Pesawat rencana

| Tingkat Keberangkatan | Persen dari 25000 Tebal <i>departure</i> (%) |
|-----------------------|--|
| 50000                 | 104  |
| 61507                 | 104.92                                       |
| 100000                | 108  |
| 150000                | 110  |
| 200000                | 112  |

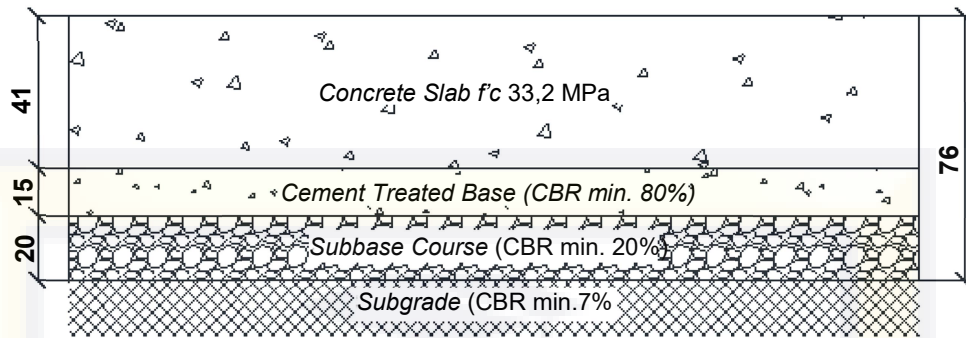
Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil interpolasi pada tabel 4.15, maka tebal *slab* beton dikalikan 1,0492 dari tebal *annual* 25000, sehingga tebal *slab* beton sesuai dengan EAD rencana :

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal Slab Beton} &= 15,2 \text{ inch} \times 1,0492 \\
 &= 15,9 \text{ inch} \\
 &= 40,51 \approx 41 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka desain *rigid pavement* dengan menggunakan metode FAA adalah sebagai berikut.





Gambar 4.4 Tebal struktur perkerasan *apron*

UNIVERSITAS

**BOSOWA**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Tebal struktur perkerasan *apron* dengan tipe pesawat rencana *Boeing 747-400* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode *Federal Aviation Administration (FAA)* diperoleh ketebalan *subbase* 20 cm, *base course (stabilized)* 15 cm dan *surface f'c* 33,2 MPa setebal 41 cm.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan tinjauan yang telah dilakukan, maka saran yang ada adalah :

1. Perhitungan tebal desain sebaiknya berdasarkan dengan nilai aktual kekuatan tanah dasar di lapangan sebab nilai daya dukung tanah sangat mempengaruhi tebal slab beton
2. Perlu adanya penambahan jumlah dan variasi pesawat, atau tinjauan terhadap kemungkinan operasi pesawat di masa depan dalam perhitungan agar menghasilkan data perencanaan yang lebih baik
3. Pada perhitungan cara grafis, menggunakan grafik sebagai alat bantu perhitungan, penarikan garis mulai dari CBR, jumlah berat kotor pesawat, dan keberangkatan tahunan seharusnya dilakukan

dengan hati-hati dan teliti serta menggunakan grafik yang lebih jelas untuk mengurangi faktor kesalahan



## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T222-86. *Tentang Standar Method of Test for Nonprepetive StaticPlate Load Test of Soils and Flexibel Pavement Components for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements*
- Basuki, Heru. 1985. *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*. PT.Alumni: Bandung
- Basuki, Heru. 2008. *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*. PT.Alumni: Bandung.
- Bayurezeky. 2017. *Analisis Kapasitas Apron: Permasalahan dan Usulan Konsep Desain Terminal Baru pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin*. Skripsi tidak diterbitkan, Makassar : Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/77630814.pdf>
- Boeing Commercial Airplane. 2002. *Airplane Characteristic for Airport Planning*. Seattle, Wainshington 98124-2207 U.S.A
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Jilid I) Terjemahan*. Jakarta : Erlangga.
- Dwinanta Utama. 2013. *Analisis Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, dan Apron Bandar Udara DR.F.L.Tobing Menggunakan Metode United States of American Practice*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Industri dan Sistem Transportasi BPP Teknologi. *Ejurnal2*. [bppt.go.id/index.php?JSTI/article/view/754](http://bppt.go.id/index.php?JSTI/article/view/754)
- Federal Aviation Admnistration (FAA).1995. Advisory Circular (AC) 150/5320-6D. Design and Evaluation of Pavement at Civil Airports*. US Departement of Transportation.
- Federal Aviation Admnistration (FAA). 2009. Advisory Circular (AC) 150/5320-6E. Design and Evaluation of Pavement at Civil Airports*. US Departement of Transportation Federal Aviation Agency: Amerika Serikat
- Federal Aviation Admnistration (FAA). 2011. Standardized Method of Reorting Airport Pavement Strength-PCN*. US Departement of Transportation Federal Aviation Agency: Amerika Serikat
- Federal Aviation Admnistration (FAA). 2014. Advisory Circular (AC) 150/5300-13A. Standards for Taxiway Fillet Design*. US Departement of Transportation Federal Aviation Agency: Amerika Serikat
- Heru, Basuki. 1986. *Merancang Merencanakan Lapangan Terbang*. Penerbit Alumni: Bandung.

- Horonjeff, et al. 2010. *Planning and Design of Airports (Fifth Edition)*. Mc. Graw-Hill Inc: New York.
- Horonjeff, R. 1976. *Planning & Design of Airports*. New York San Francisco Lisbon London Madrid Mexico City Milan New Delhi San Juan Soul Singapore Sydney Toronto: New York.
- Horonjeff, R., & McKelvey, F.X. 1993. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Horonjeff, R., & McKelvey, F.X. 1998. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Kokasih, 2004. Analisa Kerusakan Retak Lelah pada Struktur Perkerasan kaku Landasan Pesawat Udara dengan menggunakan Program Airfield. Jurnal Teknik Sipil ITB.  
<https://doaj.org/article/10b05d6f29ec43829b273e02f4ee4cc8>
- Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012. *Tentang Pembangunan dan Pelestarian Hidup Bandar Udara*. Sekretariat Negara: Indonesia
- Sandhyafitri, 2005. *Teknik Lapangan Terbang 1*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.  
<https://perpustakaan.gunungsitolikota.go.id/>.
- SNI 03-2847-2002. *Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Vesiiion)*. Badan Standardisasi (BSN): Bandung.
- Sulandari, Eti. Tesis Magister. 2002. *Pengembangan Sistem Pemeliharaan Perkerasan Sisi Udara pada Lapangan Terbang*: ITB Bandung. <https://digilib.itb.ac.id/index.php/gdl/view/7840>
- Sunu, Hanindita Diajeng dan Jenary Bayu Tetha. 2008. *Perencanaan Runway, taxiway, dan apron BJB*. Digilib Polban.  
<https://digilib.itb.ac.id/index.php/gdl/view/8013>



**LAMPIRAN**

**FOTO DOKUMENTASI**

**BOSOWA**



**Dokumentasi Apron Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar**



Gambar 1 Gedung terminal tampak samping dari sisi udara



Gambar 2 Apron bandara Sultan Hasanuddin





Gambar 3 *Apron* bandara Sultan Hasanuddin



Gambar 4 *Apron* bandara Sultan Hasanuddin



Gambar 5 Apron bandara Sultan Hasanuddin tampak dari sisi *Taxiway*



Gambar 6 Apron bandara Sultan Hasanuddin tampak dari sisi *Taxiway*



Gambar 7 *Apron* dan jalur lalu lintas bus atau kendaraan operasional bandara



Gambar 8 *Apron* bandara Sultan Hasanuddi dan posisi parkir pesawat



Gambar 9 *Apron* dan jalur lalu lintas bus atau kendaraan operasional bandara



Gambar 10 *Taxiway India*



Gambar 11 Gambar *apron* dan *slab* beton yang dibongkar untuk perbaikan



Gambar 12 *Apron* dan posisi parkir pesawat di *parking stand*



Gambar 13 Pesawat tipe *Boeing 747-400*



**Pesawat tipe  
Boeing 747-400  
pada Bandar  
Udara  
Internasional  
Sultan  
Hasanuddin  
Makassar**

2018.09.19 01:10

Gambar 14 Pesawat tipe *Boeing 747-400* sedang parkir di *parking stand*



**SURAT PERMINTAAN DATA DAN  
PERMOHONAN PENGAMBILA DATA**

Nomor : AP.I.2390/DL.07/2019/GM.UPG  
Lampiran : -  
Perihal : Persetujuan Pengambilan Data

Kepada Yth. :

Ketua Prodi Teknik Sipil  
Universitas Bosowa

di

MAKASSAR

Menunjuk Surat Ketua Prodi Universitas Bosowa Makassar Nomor 359/JS-FT/U/VI/2019 tanggal 25 Juni 2019 perihal Permohonan Permintaan Data, bersama ini disampaikan bahwa pada prinsipnya Manajemen PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dapat menyetujui permohonan tersebut sebagai berikut:

Nama : Nasrah  
NIM : 45 160 411 96  
Program Studi : Teknik Sipil

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, untuk teknis pelaksanaannya agar yang bersangkutan mengikuti beberapa ketentuan sebagai berikut:

1. Sebelum melaksanakan kegiatan agar yang bersangkutan melaporkan diri kepada Human Capital Section;
2. Penelitian/ pengambilan data dimaksud tidak menyimpang dari ketentuan yang berlaku dan semata-mata untuk kepentingan ilmiah;
3. Mentaati semua ketentuan yang berlaku di PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandar Udara Sultan Hasanuddin;
4. Peneliti wajib memberikan laporan hasil penelitian kepada Human Capital Section PT. Angkasa pura I (Persero) Cabang Sultan Hasanuddin selambatnya 3 (tiga) bulan setelah penelitian dilaksanakan.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Maros, 22 Juli 2019

a.n. GENERAL MANAGER  
SHARED SERVICES SENIOR MANAGER,

  
**Angkasa Pura | AIRPORTS**

**BANDARA INT'L SULTAN HASANUDDIN**

**I KETUT PUTRA GUSNANTHA**

Tembusan Yth. :

1. General Manager;
2. Airport Facilities Readiness Senior Manager.





Makassar, 25 Juni 2019

No : 359/J5-FT/U/VI/2019  
Lampiran : -  
Perihal : Permohonan Permintaan Data

Yth,  
General Manager  
PT Angkasa Pura I (Persero)  
Bandara Internasional Sultan Hasanuddin  
di-  
Makassar

Dengan Hormat,  
Sehubungan dengan Tugas akhir Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Bosowa Tahun Akademik 2018-2019, maka bersama ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak untuk membantu Mahasiswa kami berikut ini :

Nama : Nasrah  
Nim : 45 160 411 96  
Program Studi : Teknik Sipil / S1

Untuk dapat diberikan data sebagai berikut :


1. Data pergerakan/ *traffic* pesawat 5 tahun terakhir
2. Data topografi dan fisiografi (lay-out apron dan bandara secara keseluruhan)
3. Data hasil penyelidikan tanah (CBR), tebal lean concrete dan beton yang digunakan

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantun Bapak kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan  
Prodi Teknik Sipil



*Nur Hadijah Yunianti*  
Nur Hadijah Yunianti, ST., MT  
NIDN. 0916068201



**DATA PERGERKAN PESAWAT  
(TAHUN 2014- TAHUN 2018)**

## DATA PERGERAKAN PESAWAT TAHUN 2018

| NO. | TYPE<br>AIRCRAFT | PESAWAT |        |        |
|-----|------------------|---------|--------|--------|
|     |                  | DTG     | BRK    | J M L  |
|     |                  | (arr.)  | (dep.) |        |
|     | <b>DOMESTIK</b>  |         |        |        |
| 1   | A320             | 13.372  | 13.371 | 26.743 |
| 2   | A332             | 160     | 160    | 320    |
| 3   | A333             | 89      | 90     | 179    |
| 4   | AS35             | 20      | 20     | 40     |
| 5   | AS36             | 3       | 3      | 6      |
| 6   | AS65             | 1       | 1      | 2      |
| 7   | AT-45            | 1       | 1      | 2      |
| 8   | ATR-42           | 322     | 321    | 643    |
| 9   | ATR-72           | 7.935   | 7.935  | 15.870 |
| 10  | ATR72-600        | 2       | 2      | 4      |
| 11  | AW139            | 6       | 6      | 12     |
| 12  | B047             | 1       | 0      | 1      |
| 13  | B190             | 2       | 2      | 4      |
| 14  | B350             | 42      | 43     | 85     |
| 15  | B407             | 21      | 21     | 42     |
| 16  | B412             | 1       | 1      | 2      |
| 17  | B429             | 58      | 57     | 115    |
| 18  | B733             | 1.880   | 1.879  | 3.759  |
| 19  | B734             | 2       | 2      | 4      |
| 20  | B735             | 1.871   | 1.870  | 3.741  |
| 21  | B737             | 15      | 14     | 29     |
| 22  | B737-200         | 1       | 1      | 2      |
| 23  | B737-300         | 1       | 1      | 2      |
| 24  | B738             | 16.526  | 16.535 | 33.061 |
| 25  | B738MAX          | 1.109   | 1.109  | 2.218  |
| 26  | B739             | 1.120   | 1.117  | 2.237  |
| 27  | B739ER           | 9.588   | 9.590  | 19.178 |
| 28  | B744             | 1       | 3      | 4      |
| 29  | BE20             | 13      | 13     | 26     |
| 30  | BE40             | 13      | 11     | 24     |
| 31  | BE400            | 1       | 1      | 2      |
| 32  | BJ400A           | 6       | 6      | 12     |
| 33  | C130             | 1       | 1      | 2      |
| 34  | C206             | 1       | 1      | 2      |
| 35  | C208             | 36      | 36     | 72     |
| 36  | C208G            | 1       | 1      | 2      |

|    |                      |               |               |                |
|----|----------------------|---------------|---------------|----------------|
| 37 | C550                 | 1             | 1             | 2              |
| 38 | C680                 | 3             | 3             | 6              |
| 39 | CESSNA               | 5             | 5             | 10             |
| 40 | CL35                 | 1             | 0             | 1              |
| 41 | CL60                 | 1             | 1             | 2              |
| 42 | CL605                | 1             | 1             | 2              |
| 43 | CL850                | 0             | 1             | 1              |
| 44 | CRJX                 | 3.298         | 3.300         | 6.598          |
| 45 | CS12                 | 1             | 1             | 2              |
| 46 | DH8C                 | 1             | 1             | 2              |
| 47 | DHC6                 | 19            | 19            | 38             |
| 48 | E135                 | 5             | 5             | 10             |
| 49 | E145                 | 1             | 1             | 2              |
| 50 | E190                 | 2             | 2             | 4              |
| 51 | E55P                 | 1             | 1             | 2              |
| 52 | EC155                | 10            | 11            | 21             |
| 53 | F100                 | 12            | 13            | 25             |
| 54 | F50                  | 1             | 1             | 2              |
| 55 | F900                 | 3             | 6             | 9              |
| 56 | G150                 | 2             | 2             | 4              |
| 57 | G650                 | 1             | 1             | 2              |
| 58 | GLEX                 | 3             | 4             | 7              |
| 59 | GLF4                 | 2             | 1             | 3              |
| 60 | GLF5                 | 12            | 12            | 24             |
| 61 | H25B                 | 6             | 6             | 12             |
| 62 | H900XP               | 4             | 4             | 8              |
| 63 | IDAF02               | 1             | 1             | 2              |
| 64 | KOD100               | 1             | 1             | 2              |
| 65 | L410                 | 3             | 3             | 6              |
| 66 | L600                 | 18            | 19            | 37             |
| 67 | MD82                 | 591           | 591           | 1.182          |
| 68 | MD83                 | 291           | 291           | 582            |
| 69 | P180                 | 1             | 1             | 2              |
| 70 | PC12                 | 1             | 1             | 2              |
| 71 | R66                  | 25            | 26            | 51             |
| 72 | RJ85                 | 1             | 1             | 2              |
| 73 | S76                  | 2             | 1             | 3              |
| 74 | S76C                 | 5             | 6             | 11             |
| 75 | WW24                 | 2             | 0             | 2              |
|    | <b>Sub total</b>     | <b>58.560</b> | <b>58.570</b> | <b>117.130</b> |
|    |                      |               |               |                |
|    | <b>INTERNASIONAL</b> |               |               |                |

|    |                     |               |               |                |
|----|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 1  | 00ASL               | 1             | 1             | 2              |
| 2  | A319                | 10            | 10            | 20             |
| 3  | A320                | 368           | 367           | 735            |
| 4  | A332                | 1             | 1             | 2              |
| 5  | A333                | 141           | 141           | 282            |
| 6  | AN12                | 1             | 1             | 2              |
| 7  | B350                | 0             | 1             | 1              |
| 8  | B733                | 0             | 1             | 1              |
| 9  | B737                | 1             | 2             | 3              |
| 10 | B737-400            | 1             | 1             | 2              |
| 11 | B738                | 9             | 8             | 17             |
| 12 | B738MAX             | 2             | 2             | 4              |
| 13 | B739ER              | 5             | 2             | 7              |
| 14 | B744                | 142           | 140           | 282            |
| 15 | BE40                | 1             | 2             | 3              |
| 16 | C130                | 1             | 1             | 2              |
| 17 | C680                | 2             | 2             | 4              |
| 18 | CESSNA 150          | 1             | 1             | 2              |
| 19 | CL35                | 0             | 1             | 1              |
| 20 | CL850               | 1             | 0             | 1              |
| 21 | F100                | 1             | 0             | 1              |
| 22 | F900                | 6             | 3             | 9              |
| 23 | G150                | 6             | 6             | 12             |
| 24 | GLEX                | 2             | 1             | 3              |
| 25 | GLF4                | 1             | 1             | 2              |
| 26 | GLF5                | 1             | 1             | 2              |
| 27 | L600                | 1             | 0             | 1              |
| 28 | LJ45                | 1             | 1             | 2              |
| 29 | LJ60                | 1             | 1             | 2              |
| 30 | WW24                | 2             | 4             | 6              |
|    | <b>Sub total</b>    | <b>710</b>    | <b>703</b>    | <b>1.413</b>   |
|    | <b>Grand Total:</b> | <b>59.270</b> | <b>59.273</b> | <b>118.543</b> |

PERIODE : 01/01/2018 - 31/12/2018 (APST-05)

BANDARA : HASANUDDIN

**PT ANGKASA PURA I (PERSERO)  
BANDAR UDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN**

**STATISTIK LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA  
TAHUN 2014**

| BULAN               | INT | PESAWAT |        |        | PENUMPANG |           |           |           | BAGASI (KG) |            |            | K A R G O (KG) |            |            | P O S (KG) |        |         |
|---------------------|-----|---------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|--------|---------|
|                     | DOM | ARR     | DEP    | TOTAL  | ARR       | DEP       | TRS       | TOTAL     | ARR         | DEP        | TOTAL      | ARR            | DEP        | TOTAL      | ARR        | DEP    | TOTAL   |
| Januari             | INT | 30      | 30     | 60     | 3,809     | 3,507     | 0         | 7,316     | 52,202      | 40,743     | 92,945     | 2,449          | 54,448     | 56,897     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,779   | 3,779  | 7,558  | 302,089   | 288,375   | 168,847   | 759,311   | 2,957,670   | 4,470,185  | 7,427,855  | 2,439,781      | 3,613,002  | 6,052,783  | 34,470     | 7,495  | 41,965  |
| Februari            | INT | 29      | 29     | 58     | 3,051     | 3,096     | 0         | 6,147     | 44,550      | 38,011     | 82,561     | 11,076         | 73,973     | 85,049     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 2,979   | 2,979  | 5,958  | 253,730   | 235,306   | 134,552   | 623,588   | 2,312,487   | 3,333,160  | 5,645,647  | 2,154,177      | 3,118,020  | 5,272,197  | 28,026     | 5,461  | 33,487  |
| Maret               | INT | 30      | 30     | 60     | 3,140     | 3,052     | 0         | 6,192     | 44,685      | 32,856     | 77,541     | 18,117         | 79,646     | 97,763     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,319   | 3,319  | 6,638  | 291,062   | 254,839   | 150,918   | 696,819   | 2,612,122   | 3,546,865  | 6,158,987  | 2,696,871      | 3,586,043  | 6,282,914  | 35,566     | 7,081  | 42,647  |
| April               | INT | 29      | 29     | 58     | 3,365     | 3,077     | 0         | 6,442     | 48,606      | 33,427     | 82,033     | 3,314          | 73,393     | 76,707     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,133   | 3,133  | 6,266  | 261,844   | 236,584   | 140,276   | 638,704   | 2,290,706   | 3,194,394  | 5,485,100  | 2,234,702      | 2,960,821  | 5,195,523  | 21,745     | 7,140  | 28,885  |
| Mei                 | INT | 31      | 30     | 61     | 3,505     | 3,175     | 0         | 6,680     | 51,811      | 36,193     | 88,004     | 442            | 83,490     | 83,932     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,355   | 3,355  | 6,712  | 298,584   | 262,309   | 159,361   | 720,254   | 2,643,395   | 3,602,857  | 6,246,252  | 2,174,896      | 2,976,498  | 5,151,394  | 20,765     | 4,752  | 25,517  |
| Juni                | INT | 29      | 30     | 59     | 3,375     | 3,383     | 0         | 6,758     | 49,861      | 39,633     | 89,494     | 1,226          | 88,471     | 89,697     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,408   | 3,408  | 6,816  | 319,559   | 273,003   | 178,030   | 770,592   | 2,935,476   | 4,020,109  | 6,955,585  | 2,551,131      | 2,922,840  | 5,473,971  | 15,215     | 5,656  | 20,871  |
| Juli                | INT | 29      | 29     | 58     | 3,346     | 2,830     | 0         | 6,176     | 51,711      | 31,511     | 83,222     | 350            | 70,987     | 71,337     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,263   | 3,263  | 6,526  | 282,777   | 219,311   | 158,592   | 660,680   | 2,756,178   | 3,684,851  | 6,441,029  | 2,324,236      | 2,676,169  | 5,000,405  | 21,086     | 7,117  | 28,203  |
| Agustus             | INT | 29      | 29     | 58     | 3,413     | 3,379     | 0         | 6,792     | 51,552      | 37,932     | 89,484     | 1,925          | 61,398     | 63,323     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,671   | 3,671  | 7,342  | 326,286   | 307,391   | 183,845   | 817,522   | 2,986,623   | 4,719,701  | 7,706,324  | 2,135,162      | 2,421,385  | 4,556,547  | 8,405      | 6,560  | 14,965  |
| September           | INT | 57      | 57     | 114    | 3,305     | 15,028    | 0         | 18,333    | 50,254      | 288,470    | 338,724    | 520            | 93,272     | 93,792     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,448   | 3,448  | 6,896  | 295,684   | 245,172   | 165,467   | 706,323   | 2,570,922   | 3,525,380  | 6,096,302  | 2,381,517      | 2,865,118  | 5,246,635  | 11,494     | 7,246  | 18,740  |
| Oktober             | INT | 50      | 49     | 99     | 11,515    | 3,191     | 0         | 14,706    | 288,936     | 35,017     | 323,953    | 5,372          | 82,491     | 87,863     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,661   | 3,662  | 7,323  | 334,432   | 285,049   | 167,500   | 786,981   | 2,824,592   | 3,823,043  | 6,647,635  | 2,543,784      | 2,881,065  | 5,424,849  | 9,478      | 6,787  | 16,265  |
| Nopember            | INT | 37      | 37     | 74     | 7,224     | 2,851     | 0         | 10,075    | 163,029     | 31,048     | 194,077    | 691            | 94,241     | 94,932     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,518   | 3,518  | 7,036  | 324,267   | 272,093   | 165,921   | 762,281   | 2,738,908   | 3,778,853  | 6,517,761  | 2,700,662      | 3,145,201  | 5,845,863  | 11,191     | 6,536  | 17,727  |
| Desember            | INT | 33      | 33     | 66     | 3,440     | 3,573     | 0         | 7,013     | 52,337      | 42,562     | 94,899     | 1,093          | 80,222     | 81,315     | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 3,726   | 3,726  | 7,452  | 344,803   | 268,260   | 169,838   | 782,901   | 3,039,347   | 3,825,439  | 6,864,786  | 2,703,507      | 3,366,686  | 6,070,193  | 21,863     | 6,013  | 27,876  |
| TOTAL               | INT | 413     | 412    | 825    | 52,488    | 50,142    | 0         | 102,630   | 949,534     | 687,403    | 1,636,937  | 46,575         | 936,032    | 982,607    | 0          | 0      | 0       |
|                     | DOM | 41,260  | 41,261 | 82,523 | 3,635,117 | 3,147,692 | 1,943,147 | 8,725,956 | 32,668,426  | 45,524,837 | 78,193,263 | 29,040,426     | 36,532,848 | 65,573,274 | 239,304    | 77,844 | 317,148 |
| TOTAL INT / DOM     |     | INT     | 825    |        | 102,630   |           |           |           | 1,636,937   |            |            | 982,607        |            |            |            |        |         |
|                     |     | DOM     | 82,523 |        | 8,725,956 |           |           |           | 78,193,263  |            |            | 65,573,274     |            |            |            |        |         |
| GRAND TOTAL INT+DOM |     |         | 83,348 | 83,348 | 8,828,586 |           |           | 8,828,586 | 79,830,200  |            | 79,830,200 | 66,555,881     |            | 66,555,881 | 317,148    |        | 317,148 |

**STATISTIK LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA**  
**TAHUN 2015**

| BULAN               | INT<br>DOM | PESAWAT |        |           | PENUMPANG |           |           |           | BAGASI (KG) |            |            | KARGO (KG) |            |            | POS (KG) |         |         | DATA PERGERAKAN PESAWAT |           |
|---------------------|------------|---------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|---------|---------|-------------------------|-----------|
|                     |            | ARR     | DEP    | TOTAL     | ARR       | DEP       | TRS       | TOTAL     | ARR         | DEP        | TOTAL      | ARR        | DEP        | TOTAL      | ARR      | DEP     | TOTAL   | DATANG                  | BERANGKAT |
| Januari             | INT        | 29      | 29     | 58        | 3,484     | 3,097     | 0         | 6,581     | 55,669      | 34,984     | 90,653     | 647        | 71,603     | 72,250     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,406   | 3,406  | 6,812     | 281,232   | 263,361   | 144,883   | 689,476   | 2,704,507   | 3,808,444  | 6,512,951  | 2,296,626  | 2,926,497  | 5,223,123  | 19,855   | 8,525   | 28,380  | 3,435                   | 3,435     |
| Februari            | INT        | 28      | 27     | 55        | 2,804     | 2,492     | 0         | 5,296     | 48,869      | 28,738     | 77,607     | 195        | 54,678     | 54,873     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,034   | 3,035  | 6,069     | 255,479   | 215,615   | 136,297   | 607,391   | 2,302,232   | 3,096,464  | 5,398,696  | 2,000,284  | 2,642,496  | 4,642,780  | 12,378   | 6,191   | 18,569  | 3,062                   | 3,062     |
| Maret               | INT        | 36      | 36     | 72        | 3,344     | 3,304     | 0         | 6,648     | 55,329      | 39,625     | 94,954     | 1,071      | 95,222     | 96,293     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,516   | 3,516  | 7,032     | 304,642   | 252,104   | 154,089   | 710,835   | 2,782,103   | 3,588,917  | 6,371,020  | 2,139,657  | 3,050,892  | 5,190,549  | 11,521   | 5,706   | 17,227  | 3,552                   | 3,552     |
| April               | INT        | 51      | 52     | 103       | 5,728     | 5,811     | 81        | 11,620    | 106,448     | 77,130     | 183,578    | 636        | 87,989     | 88,625     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,476   | 3,475  | 6,951     | 287,606   | 244,275   | 159,424   | 691,305   | 2,618,570   | 3,539,240  | 6,157,810  | 2,221,579  | 3,185,252  | 5,406,831  | 11,233   | 8,108   | 19,341  | 3,527                   | 3,527     |
| Mei                 | INT        | 46      | 47     | 93        | 5,397     | 5,209     | 32        | 10,638    | 95,422      | 60,965     | 156,387    | 110,590    | 320        | 110,910    | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,688   | 3,687  | 7,375     | 339,908   | 270,813   | 180,558   | 791,279   | 3,154,625   | 4,004,606  | 7,159,231  | 2,416,269  | 3,224,797  | 5,641,066  | 13,066   | 7,183   | 20,249  | 3,734                   | 3,734     |
| Juni                | INT        | 38      | 37     | 75        | 4,445     | 3,951     | 1         | 8,397     | 73,946      | 48,112     | 122,058    | 201        | 95,759     | 95,960     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,560   | 3,561  | 7,121     | 314,960   | 261,916   | 177,724   | 754,600   | 2,973,139   | 4,071,827  | 7,044,966  | 2,558,381  | 3,393,184  | 5,951,565  | 15,303   | 8,473   | 23,776  | 3,598                   | 3,598     |
| Juli                | INT        | 37      | 36     | 73        | 4,337     | 3,376     | 0         | 7,713     | 74,424      | 41,280     | 115,704    | 90         | 78,268     | 78,358     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,918   | 3,919  | 7,837     | 357,712   | 310,083   | 188,039   | 855,834   | 3,535,028   | 4,884,641  | 8,419,669  | 2,080,874  | 3,532,953  | 5,613,827  | 34,631   | 13,046  | 47,677  | 3,955                   | 3,955     |
| Agustus             | INT        | 42      | 43     | 85        | 3,201     | 6,635     | 0         | 9,836     | 46,759      | 105,773    | 152,532    | 458        | 74,038     | 74,496     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,919   | 3,918  | 7,837     | 334,527   | 322,395   | 190,088   | 847,010   | 2,996,169   | 4,771,726  | 7,767,895  | 2,049,014  | 3,755,939  | 5,804,953  | 9,739    | 15,050  | 24,789  | 3,961                   | 3,961     |
| September           | INT        | 53      | 53     | 106       | 4,298     | 11,136    | 0         | 15,434    | 78,579      | 207,809    | 286,388    | 1,371      | 92,992     | 94,363     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,633   | 3,633  | 7,266     | 298,263   | 256,963   | 177,471   | 732,697   | 2,583,781   | 3,851,806  | 6,435,587  | 2,040,077  | 3,854,460  | 5,894,537  | 13,046   | 12,099  | 25,145  | 3,686                   | 3,686     |
| Oktober             | INT        | 55      | 54     | 109       | 13,929    | 3,072     | 0         | 17,001    | 363,019     | 35,358     | 398,377    | 331        | 78,646     | 78,977     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,799   | 3,801  | 7,600     | 327,823   | 308,111   | 193,184   | 829,118   | 2,803,480   | 4,530,334  | 7,333,814  | 2,155,388  | 3,682,144  | 5,837,532  | 8,481    | 9,654   | 18,135  | 3,854                   | 3,855     |
| Nopember            | INT        | 27      | 27     | 54        | 3,222     | 2,591     | 0         | 5,813     | 48,546      | 27,392     | 75,938     | 101        | 88,786     | 88,887     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 3,800   | 3,800  | 7,600     | 327,104   | 292,622   | 200,125   | 819,851   | 2,706,372   | 4,386,139  | 7,092,511  | 2,242,726  | 3,814,578  | 6,057,304  | 10,254   | 11,159  | 21,413  | 3,827                   | 3,827     |
| Desember            | INT        | 45      | 46     | 91        | 4,434     | 6,014     | 97        | 10,545    | 79,991      | 78,921     | 158,912    | 585        | 86,039     | 86,624     | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 4,038   | 4,037  | 8,075     | 362,707   | 306,862   | 187,950   | 857,519   | 3,129,710   | 4,423,136  | 7,552,846  | 2,612,310  | 3,931,698  | 6,544,008  | 14,497   | 8,154   | 22,651  | 4,083                   | 4,083     |
| TOTAL               | INT        | 487     | 487    | 974       | 58,623    | 56,688    | 211       | 115,522   | 1,127,001   | 786,087    | 1,913,088  | 116,276    | 904,340    | 1,020,616  | 0        | 0       | 0       |                         |           |
|                     | DOM        | 43,787  | 43,788 | 87,575    | 3,791,963 | 3,305,120 | 2,089,832 | 9,186,915 | 34,289,716  | 48,957,280 | 83,246,996 | 26,813,185 | 40,994,890 | 67,808,075 | 174,004  | 113,348 | 287,352 |                         |           |
| TOTAL INT / DOM     | INT        |         | 974    |           | 115,522   |           |           |           | 1,913,088   |            |            |            | 1,020,616  |            |          |         |         |                         |           |
|                     | DOM        |         | 87,575 |           | 9,186,915 |           |           |           | 83,246,996  |            |            |            | 67,808,075 |            |          |         |         |                         |           |
| GRAND TOTAL INT+DOM |            | 88,549  | 88,549 | 9,302,437 |           |           |           | 9,302,437 | 85,160,084  |            | 85,160,084 |            | 68,828,691 |            |          |         | 287,352 |                         | 287,352   |

| DATA PERGERAKAN PENUMPANG |           |         | DATA PERGERAKAN BAGASI |           | DATA PERGERAKAN KARGO |           | DATA PERGERAKAN POS |           |
|---------------------------|-----------|---------|------------------------|-----------|-----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| DATANG                    | BERANGKAT | TRANSIT | DATANG                 | BERANGKAT | DATANG                | BERANGKAT | DATANG              | BERANGKAT |
| 284,716                   | 266,458   | 144,883 | 2,760,176              | 3,843,428 | 2,297,273             | 2,998,100 | 19,855              | 8,525     |
| 258,283                   | 218,107   | 136,297 | 2,351,101              | 3,125,202 | 2,000,479             | 2,697,174 | 12,378              | 6,191     |
| 307,986                   | 255,408   | 154,089 | 2,837,432              | 3,628,542 | 2,140,728             | 3,146,114 | 11,521              | 5,706     |
| 293,334                   | 250,086   | 159,505 | 2,725,018              | 3,616,370 | 2,222,215             | 3,273,241 | 11,233              | 8,108     |
| 345,305                   | 276,022   | 180,590 | 3,250,047              | 4,065,571 | 2,526,859             | 3,225,117 | 13,066              | 7,183     |
| 319,405                   | 265,867   | 177,725 | 3,047,085              | 4,119,939 | 2,558,582             | 3,488,943 | 15,303              | 8,473     |
| 362,049                   | 313,459   | 188,039 | 3,609,452              | 4,925,921 | 2,080,964             | 3,611,221 | 34,631              | 13,046    |
| 337,728                   | 329,030   | 190,088 | 3,042,928              | 4,877,499 | 2,049,472             | 3,829,977 | 9,739               | 15,050    |
| 302,561                   | 268,099   | 177,471 | 2,662,360              | 4,059,615 | 2,041,448             | 3,947,452 | 13,046              | 12,099    |
| 341,752                   | 311,183   | 193,184 | 3,166,499              | 4,565,692 | 2,155,719             | 3,760,790 | 8,481               | 9,654     |
| 330,326                   | 295,213   | 200,125 | 2,754,918              | 4,413,531 | 2,242,827             | 3,903,364 | 10,254              | 11,159    |
| 367,141                   | 312,876   | 188,047 | 3,209,701              | 4,502,057 | 2,612,895             | 4,017,737 | 14,497              | 8,154     |



STATISTIK LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA  
TAHUN 2016

| BULAN               | INT<br>DOM | PESAWAT |         |         | PENUMPANG  |           |           |            | BAGASI (KG) |            |             | K A R G O (KG) |            |            | P O S (KG) |         |         |
|---------------------|------------|---------|---------|---------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|----------------|------------|------------|------------|---------|---------|
|                     |            | ARR     | DEP     | TOTAL   | ARR        | DEP       | TRS       | TOTAL      | ARR         | DEP        | TOTAL       | ARR            | DEP        | TOTAL      | ARR        | DEP     | TOTAL   |
| Januari             | INT        | 46      | 47      | 93      | 6,348      | 6,371     | 25        | 12,744     | 112,843     | 79,637     | 192,480     | 120            | 63,821     | 63,941     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,041   | 4,040   | 8,081   | 327,349    | 322,876   | 170,701   | 820,926    | 2,949,024   | 4,746,243  | 7,695,267   | 2,229,484      | 3,387,768  | 5,617,252  | 10,482     | 7,382   | 17,864  |
| Februari            | INT        | 44      | 45      | 89      | 6,451      | 6,858     | 0         | 13,309     | 117,256     | 89,685     | 206,941     | 46             | 50,177     | 50,223     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 3,735   | 3,734   | 7,469   | 302,186    | 282,961   | 168,152   | 753,299    | 2,670,559   | 4,131,019  | 6,801,578   | 1,891,126      | 2,975,404  | 4,866,530  | 7,853      | 34,210  | 42,063  |
| Maret               | INT        | 46      | 50      | 96      | 9,097      | 10,256    | 0         | 19,353     | 166,545     | 123,539    | 290,084     | 229            | 99,455     | 99,684     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,066   | 4,064   | 8,130   | 346,858    | 309,626   | 181,055   | 837,539    | 3,130,494   | 4,532,869  | 7,663,363   | 1,968,585      | 3,452,734  | 5,421,319  | 8,041      | 5,374   | 13,415  |
| April               | INT        | 47      | 46      | 93      | 9,604      | 8,958     | 0         | 18,562     | 208,237     | 112,761    | 320,998     | 2,122          | 159,870    | 161,992    | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 3,926   | 3,926   | 7,852   | 335,901    | 302,431   | 181,507   | 819,839    | 3,011,817   | 4,490,921  | 7,502,738   | 2,130,950      | 3,265,751  | 5,396,701  | 8,168      | 19,390  | 27,558  |
| Mei                 | INT        | 49      | 49      | 98      | 8,526      | 7,518     | 0         | 16,044     | 182,181     | 86,703     | 268,884     | 2,842          | 122,872    | 125,714    | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,070   | 4,071   | 8,141   | 387,084    | 349,507   | 204,367   | 940,958    | 3,553,549   | 5,265,963  | 8,819,512   | 2,282,100      | 3,419,037  | 5,701,137  | 6,318      | 6,830   | 13,148  |
| Juni                | INT        | 38      | 37      | 75      | 4,861      | 4,156     | 0         | 9,017      | 93,809      | 49,981     | 143,790     | 55             | 89,980     | 90,035     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 3,882   | 3,884   | 7,766   | 331,648    | 277,715   | 191,897   | 801,260    | 3,258,000   | 4,808,057  | 8,066,057   | 2,731,281      | 3,659,481  | 6,390,762  | 10,159     | 7,923   | 18,082  |
| Juli                | INT        | 33      | 33      | 66      | 4,568      | 3,740     | 0         | 8,308      | 75,763      | 41,639     | 117,402     | 140            | 23,937     | 24,077     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,460   | 4,460   | 8,920   | 436,136    | 395,195   | 212,709   | 1,044,040  | 4,331,912   | 6,314,915  | 10,646,827  | 1,636,970      | 3,066,927  | 4,703,897  | 9,153      | 4,103   | 13,256  |
| Agustus             | INT        | 56      | 56      | 112     | 3,682      | 13,018    | 211       | 16,911     | 55,322      | 221,720    | 277,042     | 157            | 51,897     | 52,054     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,171   | 4,172   | 8,343   | 368,602    | 318,159   | 207,264   | 894,025    | 3,602,365   | 5,525,495  | 9,127,860   | 2,088,773      | 4,418,396  | 6,507,169  | 7,851      | 6,112   | 13,963  |
| September           | INT        | 51      | 51      | 102     | 7,962      | 6,371     | 0         | 14,333     | 180,004     | 104,392    | 284,396     | 184            | 61,062     | 61,246     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,066   | 4,067   | 8,133   | 372,500    | 323,990   | 185,198   | 881,688    | 3,656,665   | 5,350,224  | 9,006,889   | 2,173,960      | 4,297,802  | 6,471,762  | 7,548      | 5,173   | 12,721  |
| Oktober             | INT        | 61      | 57      | 118     | 11,731     | 4,748     | 0         | 16,479     | 293,296     | 51,456     | 344,752     | 4,069          | 84,991     | 89,060     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,275   | 4,280   | 8,555   | 354,815    | 319,488   | 200,624   | 874,927    | 3,471,006   | 5,496,829  | 8,967,835   | 2,186,826      | 4,689,257  | 6,876,083  | 6,995      | 3,082   | 10,077  |
| Nopember            | INT        | 31      | 32      | 63      | 3,419      | 3,813     | 0         | 7,232      | 53,314      | 40,635     | 93,949      | 37             | 72,914     | 72,951     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,356   | 4,355   | 8,711   | 369,895    | 318,297   | 210,086   | 898,278    | 3,566,762   | 5,581,290  | 9,148,052   | 2,427,410      | 4,235,981  | 6,663,391  | 5,909      | 5,209   | 11,118  |
| Desember            | INT        | 47      | 44      | 91      | 6,202      | 7,163     | 0         | 13,365     | 130,596     | 92,771     | 223,367     | 454            | 70,761     | 71,215     | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 4,722   | 4,714   | 9,436   | 449,209    | 350,815   | 224,455   | 1,024,479  | 4,501,286   | 6,315,800  | 10,817,086  | 2,623,958      | 4,187,739  | 6,811,697  | 11,800     | 7,328   | 19,128  |
| TOTAL               | INT        | 549     | 547     | 1,096   | 82,451     | 82,970    | 236       | 165,657    | 1,669,166   | 1,094,919  | 2,764,085   | 10,455         | 951,737    | 962,192    | 0          | 0       | 0       |
|                     | DOM        | 49,770  | 49,767  | 99,537  | 4,382,183  | 3,871,060 | 2,338,015 | 10,591,258 | 41,703,439  | 62,559,625 | 104,263,064 | 26,371,423     | 45,056,277 | 71,427,700 | 100,277    | 112,116 | 212,393 |
| TOTAL INT / DOM     |            | INT     | 1,096   |         | 165,657    |           |           |            | 2,764,085   |            |             | 962,192        |            | 0          |            |         |         |
|                     |            | DOM     | 99,537  |         | 10,591,258 |           |           |            | 104,263,064 |            |             | 71,427,700     |            | 212,393    |            |         |         |
| GRAND TOTAL INT+DOM |            |         | 100,633 | 100,633 | 10,756,915 |           |           | 10,756,915 | 107,027,149 |            | 107,027,149 | 72,389,892     |            | 72,389,892 | 212,393    |         | 212,393 |

LAPORAN TRAFFIC PESAWAT, PASSENGER, BAGASI, CARGO & POS  
BULAN : DESEMBER 2017

BANDAR UDARA  
Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

| BLN               | INT | PESAWAT |        |         | PENUMPANG  |           |           |            | BAGASI (Kg) |            |            |             | KARGO (Kg) |            |            |            | POS (Kg) |        |        |         |
|-------------------|-----|---------|--------|---------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|----------|--------|--------|---------|
|                   |     | DOM     | DTG    | BRK     | JML        | DTG       | BRK       | TRS        | JML         | DTG        | BRK        | TRS         | JML        | DTG        | BRK        | TRS        | JML      | DTG    | BRK    | TRS     |
| JANUARI           | INT | 60      | 59     | 119     | 8,699      | 8,109     | 0         | 16,808     | 194,694     | 98,451     | 0          | 293,145     | 85         | 52,363     | 0          | 52,448     | 0        | 0      | 0      | 0       |
|                   | DOM | 4,609   | 4,610  | 9,219   | 392,043    | 352,303   | 200,067   | 944,413    | 3,998,610   | 3,912,681  | 2,287,600  | 10,198,891  | 2,134,511  | 2,875,418  | 1,126,853  | 6,136,782  | 5,869    | 3,182  | 792    | 9,843   |
| FEBRUARI          | INT | 54      | 55     | 109     | 11,050     | 11,245    | 0         | 22,295     | 264,077     | 147,265    | 0          | 411,342     | 111        | 99,183     | 0          | 99,294     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,104   | 4,097  | 8,201   | 332,683    | 277,667   | 179,443   | 789,793    | 3,322,874   | 3,002,308  | 1,999,460  | 8,324,642   | 2,245,128  | 2,567,020  | 1,118,316  | 5,930,464  | 4,590    | 2,250  | 690    | 7,530   |
| MARET             | INT | 61      | 60     | 121     | 14,189     | 13,859    | 0         | 28,048     | 354,032     | 187,234    | 0          | 541,266     | 1,302      | 116,347    | 0          | 117,649    | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,408   | 4,411  | 8,819   | 398,242    | 324,899   | 209,887   | 933,028    | 3,739,581   | 3,267,726  | 2,168,652  | 9,175,959   | 2,741,153  | 2,844,303  | 1,161,382  | 6,746,838  | 6,059    | 2,333  | 1,137  | 9,529   |
| APRIL             | INT | 59      | 59     | 118     | 14,054     | 14,275    | 0         | 28,329     | 362,678     | 189,419    | 0          | 552,097     | 273        | 94,981     | 0          | 95,254     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,390   | 4,388  | 8,778   | 397,886    | 321,736   | 209,501   | 929,123    | 3,814,756   | 3,298,294  | 2,227,094  | 9,340,144   | 2,511,914  | 2,871,020  | 1,166,543  | 6,549,477  | 6,737    | 3,556  | 960    | 11,253  |
| MEI               | INT | 54      | 53     | 107     | 12,077     | 10,788    | 0         | 22,865     | 254,801     | 125,488    | 0          | 380,289     | 0          | 52,572     | 0          | 52,572     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,563   | 4,568  | 9,131   | 413,517    | 339,579   | 222,741   | 975,837    | 3,999,052   | 3,461,688  | 2,391,290  | 9,852,030   | 2,674,064  | 3,179,976  | 1,235,990  | 7,090,030  | 6,680    | 4,814  | 1,266  | 12,760  |
| JUNI              | INT | 36      | 35     | 71      | 5,075      | 3,737     | 0         | 8,812      | 92,723      | 42,754     | 0          | 135,477     | 6,250      | 54,068     | 0          | 60,318     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,482   | 4,483  | 8,965   | 432,966    | 295,404   | 219,600   | 947,970    | 4,383,204   | 3,205,170  | 2,374,842  | 9,963,216   | 2,552,820  | 2,703,641  | 1,108,705  | 6,365,166  | 6,586    | 4,658  | 745    | 11,989  |
| JULI              | INT | 38      | 37     | 75      | 4,770      | 6,495     | 0         | 11,265     | 76,042      | 99,815     | 0          | 175,857     | 4,424      | 65,356     | 0          | 69,780     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 5,123   | 5,122  | 10,245  | 529,479    | 437,365   | 272,273   | 1,239,117  | 5,076,692   | 4,877,892  | 2,977,841  | 12,932,425  | 2,584,540  | 2,821,529  | 1,153,377  | 6,559,446  | 6,071    | 4,067  | 596    | 10,734  |
| AGUSTUS           | INT | 61      | 62     | 123     | 3,897      | 17,429    | 0         | 21,326     | 61,369      | 311,146    | 0          | 372,515     | 2,221      | 69,896     | 0          | 72,117     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,941   | 4,940  | 9,881   | 454,125    | 339,820   | 231,429   | 1,025,374  | 4,374,397   | 3,469,268  | 2,484,253  | 10,327,918  | 2,868,721  | 2,964,362  | 1,323,266  | 7,156,349  | 5,526    | 4,003  | 1,041  | 10,570  |
| SEPTEMBER         | INT | 61      | 58     | 119     | 16,130     | 3,752     | 378       | 20,260     | 406,086     | 46,901     | 3,668      | 456,655     | 1,098      | 65,988     | 0          | 67,086     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,823   | 4,823  | 9,646   | 447,680    | 363,580   | 226,988   | 1,038,248  | 4,288,503   | 3,804,125  | 2,441,399  | 10,534,027  | 2,579,705  | 2,643,380  | 1,165,249  | 6,388,334  | 5,858    | 5,183  | 634    | 11,675  |
| OKTOBER           | INT | 45      | 43     | 88      | 7,466      | 4,273     | 0         | 11,739     | 160,863     | 48,314     | 0          | 209,177     | 603        | 48,687     | 0          | 49,290     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,953   | 4,959  | 9,912   | 466,553    | 355,451   | 238,930   | 1,060,934  | 4,553,895   | 3,846,619  | 2,638,096  | 11,038,610  | 3,176,591  | 3,036,894  | 1,564,632  | 7,778,117  | 8,953    | 6,187  | 1,236  | 16,376  |
| NOPEMBER          | INT | 41      | 45     | 86      | 5,193      | 7,472     | 0         | 12,665     | 103,774     | 88,385     | 0          | 192,159     | 2,113      | 46,938     | 0          | 49,051     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 4,759   | 4,763  | 9,522   | 452,916    | 344,065   | 246,296   | 1,043,277  | 4,394,442   | 3,620,250  | 2,659,449  | 10,674,141  | 3,223,813  | 3,035,490  | 1,670,195  | 7,929,498  | 6,937    | 5,904  | 967    | 13,808  |
| DESEMBER          | INT | 65      | 63     | 128     | 11,843     | 12,336    | 0         | 24,179     | 275,300     | 155,644    | 0          | 430,944     | 601        | 48,638     | 0          | 49,239     | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 5,168   | 5,164  | 10,332  | 517,464    | 366,189   | 254,868   | 1,138,521  | 4,979,426   | 3,837,879  | 2,787,400  | 11,604,705  | 3,626,287  | 3,570,643  | 1,749,726  | 8,946,656  | 6,483    | 4,496  | 727    | 11,706  |
| TOTAL             | INT | 635     | 629    | 1,264   | 114,443    | 113,770   | 378       | 228,591    | 2,606,439   | 1,540,816  | 3,668      | 4,150,923   | 19,081     | 815,017    | 0          | 834,098    | 0        | 0      | 0      |         |
|                   | DOM | 56,323  | 56,328 | 112,651 | 5,235,554  | 4,118,058 | 2,712,023 | 12,065,635 | 50,925,432  | 43,603,900 | 29,437,376 | 123,966,708 | 32,919,247 | 35,113,676 | 15,544,234 | 83,577,157 | 76,349   | 50,633 | 10,791 | 137,773 |
| RAD TOTAL INT/DOI |     | 113,915 |        |         | 12,294,226 |           |           |            | 128,117,631 |            |            |             | 84,411,255 |            |            |            | 137,773  |        |        |         |
| RAD TOTAL INT/DOI |     | 113,915 |        |         | 12,294,226 |           |           |            | 128,117,631 |            |            |             | 84,411,255 |            |            |            | 137,773  |        |        |         |

Mengetahui,  
AIRPORT OPERATION & SERVICES DEPARTMENT HEAD

Makassar, Januari 2018  
AIRPORT OPERATION AIRSIDE SECTION HEAD

TRUBUS SUHARSONO

IBNU SOLIKIN

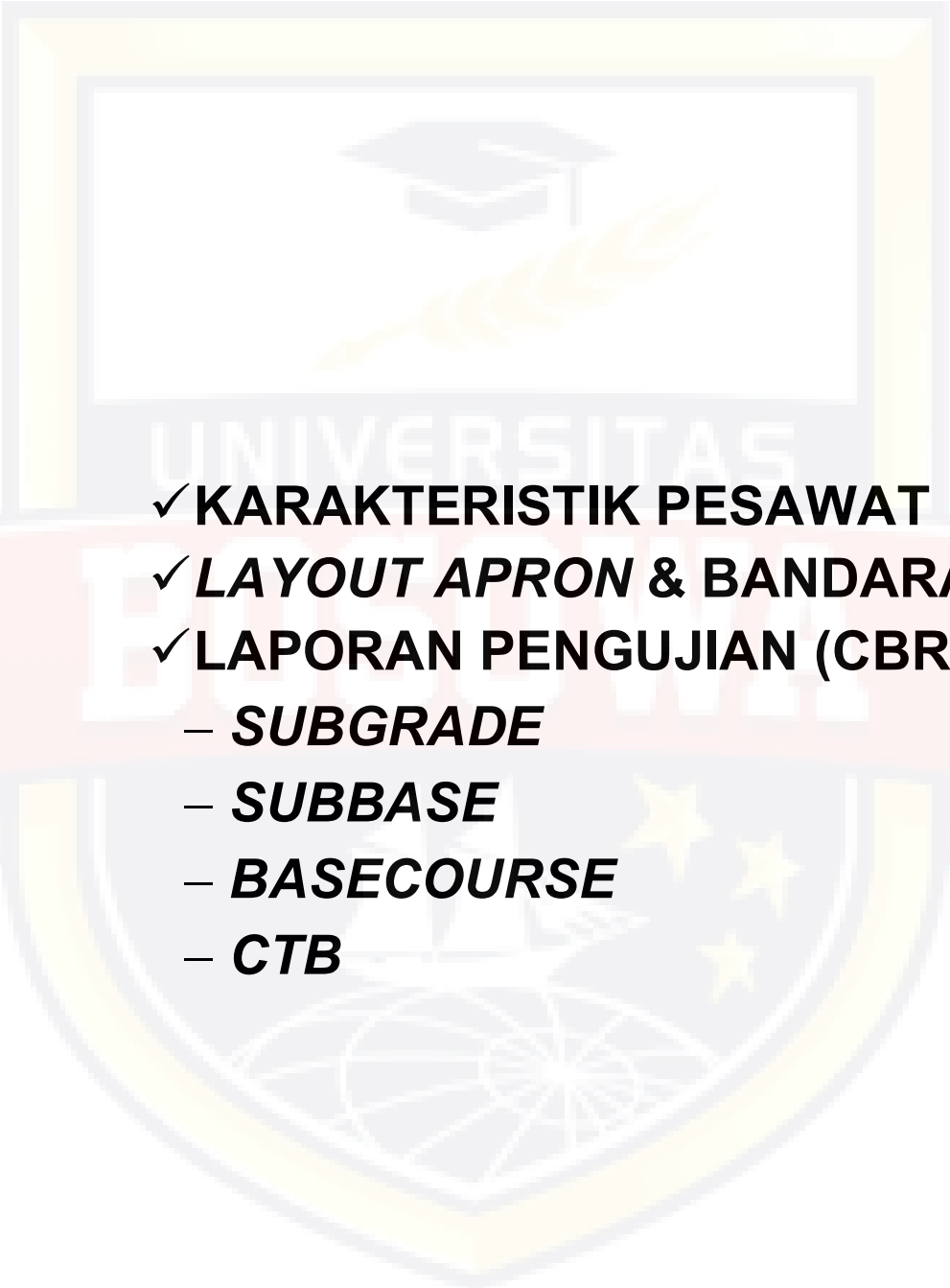
DOMESTIK

| BLN              | PESAWAT       |               |                | PENUMPANG        |                  |                  |                   | BAGASI (Kg)       |                   |                   |                    | KARGO (Kg)        |                   |                   |                   | POS (Kg)       |                |               |                |
|------------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
|                  | DTG           | BRK           | JML            | DTG              | BRK              | TRS              | JML               | DTG               | BRK               | TRS               | JML                | DTG               | BRK               | TRS               | JML               | DTG            | BRK            | TRS           | JML            |
| JANUARI          | 5,103         | 5,100         | 10,203         | 451,585          | 369,341          | 230,685          | 1,051,611         | 4,366,348         | 3,982,584         | 2,511,955         | 10,860,887         | 3,174,132         | 3,259,193         | 1,474,392         | 7,907,717         | 7,764          | 6,072          | 1,083         | 14,919         |
| FEBRUARI         | 4,476         | 4,479         | 8,955          | 410,550          | 309,966          | 211,484          | 932,000           | 3,835,460         | 3,199,771         | 2,223,318         | 9,258,549          | 2,729,149         | 3,216,166         | 1,261,212         | 7,206,527         | 8,004          | 3,845          | 410           | 12,259         |
| MARET            | 4,881         | 4,878         | 9,759          | 472,621          | 344,360          | 236,240          | 1,053,221         | 4,453,332         | 3,570,474         | 2,545,772         | 10,569,578         | 3,245,972         | 3,380,964         | 1,431,996         | 8,058,932         | 5,465          | 3,899          | 652           | 10,016         |
| APRIL            | 4,804         | 4,809         | 9,613          | 489,315          | 358,725          | 248,751          | 1,096,791         | 4,595,147         | 3,694,085         | 2,643,868         | 10,933,100         | 3,123,302         | 3,115,567         | 1,480,717         | 7,719,586         | 4,949          | 5,963          | 994           | 11,906         |
| MEI              | 4,579         | 4,583         | 9,162          | 463,338          | 329,273          | 243,236          | 1,035,847         | 4,343,324         | 3,361,144         | 2,616,103         | 10,320,571         | 3,467,081         | 2,904,933         | 1,538,279         | 7,910,293         | 3,596          | 8,650          | 1,347         | 13,593         |
| JUNI             | 5,142         | 5,143         | 10,285         | 546,769          | 378,040          | 250,094          | 1,174,903         | 5,272,456         | 3,926,174         | 2,702,568         | 11,901,198         | 2,551,810         | 2,321,635         | 1,245,372         | 6,118,817         | 8,589          | 18,260         | 1,880         | 28,729         |
| JULI             | 5,208         | 5,221         | 10,429         | 578,723          | 431,176          | 295,259          | 1,305,158         | 5,435,071         | 4,415,211         | 3,195,073         | 13,045,355         | 3,186,203         | 3,098,048         | 1,464,137         | 7,748,388         | 9,087          | 9,651          | 604           | 19,342         |
| AGUSTUS          | 5,094         | 5,092         | 10,186         | 535,650          | 361,565          | 267,992          | 1,165,207         | 5,055,838         | 3,753,321         | 2,953,951         | 11,763,110         | 3,332,841         | 2,999,566         | 1,467,251         | 7,799,658         | 7,360          | 5,110          | 2,377         | 14,847         |
| SEPTEMBER        | 4,900         | 4,892         | 9,792          | 527,226          | 364,526          | 258,163          | 1,149,915         | 4,813,211         | 3,742,264         | 2,730,378         | 11,285,853         | 3,480,564         | 2,656,776         | 1,501,119         | 7,638,459         | 6,384          | 8,499          | 1,637         | 16,520         |
| OKTOBER          | 5,021         | 5,021         | 10,042         | 555,778          | 376,134          | 262,020          | 1,193,932         | 5,067,016         | 3,812,914         | 2,810,650         | 11,690,580         | 3,987,664         | 2,829,308         | 1,635,495         | 8,452,467         | 8,105          | 5,034          | 1,452         | 14,591         |
| NOVEMBER         | 4,657         | 4,658         | 9,315          | 500,306          | 338,317          | 239,062          | 1,077,685         | 4,649,827         | 3,384,863         | 2,536,499         | 10,571,189         | 3,648,859         | 2,957,566         | 1,559,813         | 8,166,238         | 11,687         | 10,900         | 1,355         | 23,942         |
| DESEMBER         | 4,695         | 4,694         | 9,389          | 513,494          | 320,828          | 233,246          | 1,067,568         | 4,796,129         | 3,321,594         | 2,448,408         | 10,566,131         | 3,640,469         | 3,146,615         | 1,622,669         | 8,409,753         | 21,826         | 16,100         | 3,015         | 40,941         |
| <b>TOTAL DOM</b> | <b>58,560</b> | <b>58,570</b> | <b>117,130</b> | <b>6,045,355</b> | <b>4,282,251</b> | <b>2,976,232</b> | <b>13,303,838</b> | <b>56,683,159</b> | <b>44,164,399</b> | <b>31,918,543</b> | <b>132,766,101</b> | <b>39,568,046</b> | <b>35,886,337</b> | <b>17,682,452</b> | <b>93,136,835</b> | <b>102,816</b> | <b>101,983</b> | <b>16,806</b> | <b>221,605</b> |

INTERNASIONAL

| BLN                    | PESAWAT       |               |                | PENUMPANG        |                  |                  |                   | BAGASI (Kg)       |                   |                   |                    | KARGO (Kg)        |                   |                   |                   | POS (Kg)       |                |               |                |
|------------------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
|                        | DTG           | BRK           | JML            | DTG              | BRK              | TRS              | JML               | DTG               | BRK               | TRS               | JML                | DTG               | BRK               | TRS               | JML               | DTG            | BRK            | TRS           | JML            |
| JANUARI                | 65            | 66            | 131            | 9,794            | 8,200            | 0                | 17,994            | 207,059           | 102,426           | 0                 | 309,485            | 1,022             | 52,090            | 0                 | 53,112            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| FEBRUARI               | 57            | 57            | 114            | 7,740            | 8,736            | 0                | 16,476            | 159,959           | 113,934           | 0                 | 273,893            | 20,323            | 45,856            | 0                 | 66,179            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| MARET                  | 76            | 78            | 154            | 13,633           | 14,945           | 0                | 28,578            | 308,175           | 194,606           | 0                 | 502,781            | 1,724             | 41,903            | 0                 | 43,627            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| APRIL                  | 77            | 71            | 148            | 15,053           | 14,254           | 0                | 29,307            | 355,345           | 178,575           | 0                 | 533,920            | 1,668             | 62,829            | 0                 | 64,497            | 2,500          | 470            | 0             | 2,970          |
| MEI                    | 61            | 60            | 121            | 10,438           | 6,963            | 0                | 17,401            | 237,047           | 82,033            | 0                 | 319,080            | 2,645             | 59,980            | 0                 | 62,625            | 1,600          | 0              | 0             | 1,600          |
| JUNI                   | 33            | 34            | 67             | 4,394            | 4,288            | 0                | 8,682             | 80,254            | 49,943            | 0                 | 130,197            | 3                 | 48,753            | 0                 | 48,756            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| JULI                   | 53            | 49            | 102            | 4,372            | 11,802           | 0                | 16,174            | 68,179            | 191,353           | 0                 | 259,532            | 254               | 68,372            | 0                 | 68,626            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| AGUSTUS                | 58            | 58            | 116            | 6,497            | 12,228           | 0                | 18,725            | 134,769           | 205,885           | 0                 | 340,654            | 356               | 66,298            | 0                 | 66,654            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| SEPTEMBER              | 61            | 62            | 123            | 17,635           | 4,180            | 0                | 21,815            | 449,999           | 47,570            | 0                 | 497,569            | 2,499             | 53,969            | 0                 | 56,468            | 0              | 0              | 0             | 0              |
| OKTOBER                | 39            | 42            | 81             | 5,917            | 8,617            | 0                | 14,534            | 108,444           | 101,209           | 0                 | 209,653            | 175               | 54,644            | 0                 | 54,819            | 1,600          | 1,400          | 0             | 3,000          |
| NOVEMBER               | 66            | 64            | 130            | 12,250           | 11,864           | 27               | 24,141            | 236,822           | 149,770           | 128               | 386,720            | 2,186             | 47,214            | 0                 | 49,400            | 3,251          | 1,600          | 0             | 4,851          |
| DESEMBER               | 64            | 62            | 126            | 10,054           | 9,858            | 193              | 20,105            | 203,545           | 131,728           | 1,765             | 337,038            | 274               | 45,669            | 0                 | 45,943            | 4,800          | 2,100          | 150           | 7,050          |
| <b>TOTAL INT'L</b>     | <b>710</b>    | <b>703</b>    | <b>1,413</b>   | <b>117,777</b>   | <b>115,935</b>   | <b>220</b>       | <b>233,932</b>    | <b>2,549,597</b>  | <b>1,549,032</b>  | <b>1,893</b>      | <b>4,100,522</b>   | <b>33,129</b>     | <b>647,577</b>    | <b>0</b>          | <b>680,706</b>    | <b>13,751</b>  | <b>5,570</b>   | <b>150</b>    | <b>19,471</b>  |
| <b>DOM &amp; INT'L</b> | <b>59,270</b> | <b>59,273</b> | <b>118,543</b> | <b>6,163,132</b> | <b>4,398,186</b> | <b>2,976,452</b> | <b>13,537,770</b> | <b>59,232,756</b> | <b>45,713,431</b> | <b>31,920,436</b> | <b>136,866,623</b> | <b>39,601,175</b> | <b>36,533,914</b> | <b>17,682,452</b> | <b>93,817,541</b> | <b>116,567</b> | <b>107,553</b> | <b>16,956</b> | <b>241,076</b> |



- 
- ✓ **KARAKTERISTIK PESAWAT**
  - ✓ **LAYOUT APRON & BANDARA**
  - ✓ **LAPORAN PENGUJIAN (CBR)**
    - **SUBGRADE**
    - **SUBBASE**
    - **BASECOURSE**
    - **CTB**

## KARAKTERISTIK PESAWAT

| Manufacturer | Aircraft          | AAC | ADG | TDG | Wingspan | Tail Height | Length | CMG    | Wheelbase | MGW<br>Outer to<br>Outer | MTOW    | V <sub>REF</sub> /<br>Approach<br>Speed |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|----------|-------------|--------|--------|-----------|--------------------------|---------|---|
|              |                   |     |     |     | ft (m)   | ft (m)      | ft (m) | ft (m) | ft (m)    | ft (m)                   | ft (m)  | lbs (kg)                                |
| Airbus       | A-300             | C   | IV  | 5   | 147,1    | 55          | 175,9  | 75     | 61        | 36,1                     | 363.763 | 137                                     |
|              |                   |     |     |     | -44,83   | -16,72      | -53,61 | -22,86 | -18,6     | -11                      | -165000 |   |
| Airbus       | A-300-600         | C   | IV  | 5   | 147,1    | 55          | 177    | 75     | 61        | 36                       | 375.888 | 137                                     |
|              |                   |     |     |     | -44,84   | -16,7       | -54,1  | -22,87 | -18,6     | -10,96                   | -170500 |   |
| Airbus       | A-310             | C   | IV  | 5   | 144      | 52,1        | 153,1  | 63,9   | 49,9      | 36                       | 361.558 | 139                                     |
|              |                   |     |     |     | -43,9    | -15,87      | -46,66 | -19,49 | -15,22    | -10,96                   | -164000 |   |
| Airbus       | A-318             | C   | III | 3   | 111,9    | 42,3        | 103,2  | 42,4   | 33,6      | 29,4                     | 149.914 | 121                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,1    | -12,89      | -31,45 | -12,91 | -10,25    | -8,95                    | -68000  |   |
| Airbus       | A-318<br>Sharklet | C   | III | 3   | 117,5    | 42,3        | 103,2  | 42,4   | 33,6      | 29,4                     | 149.914 | 121                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,89      | -31,45 | -12,91 | -10,25    | -8,95                    | -68000  |   |
| Airbus       | A-319             | C   | III | 3   | 111,9    | 39,7        | 111    | 44,9   | 36,2      | 29,4                     | 166.449 | 138                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,1    | -12,11      | -33,84 | -13,7  | -11,04    | -8,95                    | -75500  |   |
| Airbus       | A-319<br>Sharklet | C   | III | 3   | 117,5    | 39,7        | 111    | 44,9   | 36,2      | 29,4                     | 166.449 | 126                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,11      | -33,84 | -13,7  | -11,04    | -8,95                    | -75500  |   |
| Boeing       | 727-100           | C   | III | 3   | 108      | 34,3        | 133,2  | 60,2   | 53,3      | 23                       | 160.000 | 124                                     |
|              |                   |     |     |     | -32,9    | -10,4       | -40,6  | -18,34 | -16,2     | -7,01                    | -72575  |   |
| Boeing       | 727-200           | C   | III | 4   | 107,9    | 34,9        | 153,2  | 70,2   | 63,3      | 23,3                     | 210.000 | 133                                     |
|              |                   |     |     |     | -32,9    | -10,64      | -46,7  | -21,4  | -19,29    | -7,1                     | -95254  |   |
| Boeing       | 727-200/W         | C   | III | 4   | 109,3    | 34,9        | 153,2  | 70,2   | 63,3      | 23,3                     | 210.000 | 136                                     |
|              |                   |     |     |     | -33,3    | -10,64      | -46,7  | -21,4  | -19,29    | -7,1                     | -95.254 |   |
| Boeing       | 737-100           | C   | III | 3   | 93       | 37,2        | 94     | 39,1   | 13        | 20,9                     | 110.000 | 136                                     |
|              |                   |     |     |     | -28,3    | -11,3       | -28,7  | -11,93 | -4        | -6,36                    | -49895  |   |
| Boeing       | 737-200           | C   | III | 3   | 93,2     | 36,8        | 100,1  | 42,7   | 37,3      | 21                       | 128.600 | 133                                     |
|              |                   |     |     |     | -28,4    | -11,22      | -30,5  | -13    | -11,37    | -6,4                     | -58332  |   |
| Boeing       | 737-300           | C   | III | 3   | 94,8     | 36,6        | 109,6  | 45,9   | 40,8      | 21                       | 138.500 | 133                                     |
|              |                   |     |     |     | -28,9    | -11,16      | -33,4  | -14    | -12,44    | -6,4                     | -62823  |   |
| Boeing       | 737-300/W         | C   | III | 3   | 102,4    | 36,6        | 109,6  | 45,9   | 40,8      | 21                       | 138.500 | 133                                     |
|              |                   |     |     |     | -31,2    | -11,16      | -33,4  | -14    | -12,44    | -6,4                     | -62.823 |   |
| Boeing       | 737-400           | C   | III | 3   | 94,8     | 36,6        | 119,4  | 52,2   | 40,8      | 21                       | 150.000 | 139                                     |
|              |                   |     |     |     | -28,9    | -11,16      | -36,4  | -15,9  | -12,44    | -6,4                     | -68039  |   |
| Boeing       | 737-500           | C   | III | 3   | 94,8     | 36,6        | 101,7  | 41,7   | 36,3      | 21                       | 133.500 | 128                                     |
|              |                   |     |     |     | -28,9    | -11,16      | -31    | -12,7  | 11,6      | -6,4                     | -60555  |   |
| Boeing       | 737-500/W         | C   | III | 3   | 102      | 36,6        | 101,7  | 41,7   | 36,3      | 21                       | 133.500 | 128                                     |
|              |                   |     |     |     | -31,1    | -11,16      | -31    | -12,7  | -11,06    | -6,4                     | -60555  |   |
| Boeing       | 737-600           | C   | III | 3   | 112,5    | 41,7        | 102,4  | 42     | 36,8      | 23                       | 143.500 | 125                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,3    | -12,71      | -31,2  | -12,8  | -11,22    | -7                       | -65091  |   |
| Boeing       | 737-700           | C   | III | 3   | 112,5    | 41,7        | 110,2  | 46,6   | 41,3      | 23                       | 154.500 | 130                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,3    | -12,71      | -33,6  | -14,2  | -12,59    | -7                       | -70080  |   |
| Boeing       | 737-700W          | C   | III | 3   | 117,5    | 41,7        | 110,2  | 46,6   | 41,3      | 23                       | 154.500 | 130                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,71      | -33,6  | -14,2  | -12,59    | -7                       | -70080  |   |
| Boeing       | 737-800           | D   | III | 3   | 112,5    | 41,2        | 129,6  | 56,4   | 51,2      | 23                       | 174.200 | 142                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,3    | -12,56      | -39,5  | -17,2  | -15,61    | -7                       | -79016  |   |
| Boeing       | 737-800W          | D   | III | 3   | 117,5    | 41,2        | 129,6  | 56,4   | 51,2      | 23                       | 174.200 | 142                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,56      | -39,5  | -17,2  | -15,61    | -7                       | -79016  |   |
| Boeing       | 737-900           | D   | III | 3   | 112,5    | 41,2        | 138,1  | 61,7   | 56,3      | 23                       | 174.200 | 141                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,3    | -12,56      | -42,1  | -18,8  | -17,16    | -7                       | -79016  |   |
| Boeing       | 737-900W          | D   | III | 3   | 117,4    | 41,4        | 138,2  | 61,6   |           | 23                       | 174.200 | 141                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,6       | -42,1  | -18,78 |           | -7                       |         |   |
| Boeing       | 737-900ER         | D   | III | 3   | 112,6    | 41,4        | 138,2  | 61,6   | 56,3      | 23                       | 187.700 | 141                                     |
|              |                   |     |     |     | -34,3    | -12,6       | -42,1  | -18,78 | -17,7     | -7                       | -85139  |   |
| Boeing       | 737-<br>900ERW    | D   | III | 3   | 117,5    | 41,2        | 138,1  | 61,7   | 56,3      | 23                       | 187.200 | 141                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,56      | -42,1  | -18,8  | -17,16    | -7                       | -84912  |   |
| Boeing       | BBJ               | C   | III | 3   | 117,4    | 41,6        | 110,3  | 46,6   | 41,3      | 23                       | 171.000 | 132                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,7       | -33,6  | -14,2  | -12,6     | -7                       | -77564  |   |
| Boeing       | BBJ2              | D   | III | 3   | 117,4    | 41,4        | 129,5  | 56,4   |           | 23                       | 174.200 | 142                                     |
|              |                   |     |     |     | -35,8    | -12,6       | -39,5  | -17,2  |           | -7                       | -79016  |   |
| Boeing       | 747-SP            | C   | V   | 5   | 195,5    | 65,8        | 184,7  | 75,1   | 67,3      | 40,7                     | 703.000 | 140                                     |
|              |                   |     |     |     | -59,6    | -20,06      | -56,3  | -22,9  | -20,51    | -12,4                    | -318875 |   |
| Boeing       | 747-100           | D   | V   | 5   | 195,5    | 64,3        | 231    | 91,9   | 84        | 40,7                     | 753.000 | 144                                     |
|              |                   |     |     |     | -59,6    | -19,6       | -70,4  | -28    | -25,6     | -12,4                    | -341595 |   |
| Boeing       | 747-200           | D   | V   | 5   | 195,5    | 64,3        | 231    | 91,9   | 84        | 40,7                     | 836.000 | 150                                     |
|              |                   |     |     |     | -59,6    | -19,6       | -70,4  | -28    | -25,6     | -12,4                    | -379203 |   |
| Boeing       | 747-200F          | D   | V   | 5   | 195,8    | 64,3        | 229,2  | 91,7   |           | 41,2                     | 833.000 | 150                                     |
|              |                   |     |     |     | -59,7    | -19,6       | -69,9  | -27,95 |           | -12,56                   | -377843 |   |
| Boeing       | 747-300           | D   | V   | 5   | 195,5    | 64,3        | 231    | 91,9   | 84        | 40,7                     | 836.000 | 152                                     |
|              |                   |     |     |     | -59,6    | -19,6       | -70,4  | -28    | -25,6     | -12,4                    | -379203 |   |
| Boeing       | 747-400           | D   | V   | 5   | 213      | 64          | 231,9  | 86,7   | 84        | 41,3                     | 875.000 | 157                                     |
|              |                   |     |     |     | -64,9    | -19,5       | -70,7  | -26,4  | -25,6     | -12,6                    | -396894 |   |
| Boeing       | 747-400ER         | D   | V   | 5   | 212,9    | 64,3        | 232    | 86,7   | 84        | 41,3                     | 913.000 | 157                                     |
|              |                   |     |     |     | -64,9    | -19,6       | -70,7  | -26,4  | -25,6     | -12,6                    | -414130 |   |

| Manufacturer | Aircraft   | AAC | ADG | TDG | Wingspan | Tail Height | Length | CMG    | Wheelbase | MGW<br>Outer to<br>Outer | MTOW     | V <sub>REF</sub> /<br>Approach<br>Speed |
|--------------|------------|-----|-----|-----|----------|-------------|--------|--------|-----------|--------------------------|----------|---|
|              |            |     |     |     | ft (m)   | ft (m)      | ft (m) | ft (m) | ft (m)    | ft (m)                   | lbs (kg) | kts                                     |
| Boeing       | 747-400F   | D   | V   | 5   | 213      | 64.1        | 231.9  | 91.7   | 84        | 41.3                     | 875.000  | 158                                     |
|              |            |     |     |     | -64.9    | -19.5       | -70.7  | -27.95 | -25.6     | -12.6                    | -396894  |   |
| Boeing       | 747-SP     | C   | V   | 5   | 195.7    | 65.8        | 184.8  | 75     | 67.4      | 41.1                     | 696.000  | 140                                     |
|              |            |     |     |     | -59.6    | -20.1       | -56.3  | -22.86 | -20.5     | -12.53                   | -315701  |   |
| Boeing       | 747-8      | D   | VI  | 5   | 224.4    | 62.7        | 250.2  | 99.8   | 97.3      | 41.8                     | 987.000  | 152                                     |
|              |            |     |     |     | -68.4    | -19.1       | -76.25 | -30.4  | -29.66    | -12.73                   | -447696  |   |
| Boeing       | 747-8F     | D   | VI  | 5   | 224.4    | 62.7        | 250.2  | 99.8   | 97.3      | 41.8                     | 987.000  | 159                                     |
|              |            |     |     |     | -68.4    | -19.1       | -76.25 | -30.4  | -29.66    | -12.73                   | -447696  |   |
| Boeing       | 757-200    | C   | IV  | 4   | 125      | 45.1        | 155.2  | 72.2   | 60        | 28.2                     | 255.000  | 137                                     |
|              |            |     |     |     | -38.1    | -13.75      | -47.3  | -22    | -18.29    | -8.6                     | -115666  |   |
| Boeing       | 757-200/W  | C   | IV  | 4   | 134.8    | 45.1        | 155.2  | 72.2   | 60        | 28.2                     | 255.000  | 137                                     |
|              |            |     |     |     | -41.1    | -13.7       | -47.3  | -22    | -18.29    | -8.6                     | -115666  |   |
| Boeing       | 757-300    | D   | IV  | 4   | 125      | 44.9        | 178.5  | 85.3   | 73.3      | 28.2                     | 270.000  | 143                                     |
|              |            |     |     |     | -38.1    | -13.69      | -54.4  | -26    | -22.34    | -8.6                     | -122470  |   |
| Boeing       | 757-300/W  | D   | IV  | 4   | 134.8    | 44.9        | 181.8  | 85.3   | 73.3      | 28.2                     | 270.000  | 143                                     |
|              |            |     |     |     | -41.1    | -13.69      | -55.4  | -26    | -22.34    | -8.6                     | -122470  |   |
| Boeing       | 767-200    | C   | IV  | 5   | 156.2    | 52.9        | 159.1  | 79.7   | 64.6      | 35.4                     | 361.000  | 135                                     |
|              |            |     |     |     | -47.6    | -16.12      | -48.5  | -24.3  | -19.69    | -10.8                    | -163747  |   |
| Boeing       | 767-200ER  | D   | IV  | 5   | 156.2    | 52.9        | 159.1  | 79.7   | 64.6      | 35.4                     | 396.000  | 142                                     |
|              |            |     |     |     | -47.6    | -16.12      | -48.5  | -24.3  | -19.69    | -10.8                    | -179623  |   |
| Boeing       | 767-300    | C   | IV  | 5   | 156.2    | 52.6        | 180.1  | 82.2   | 74.8      | 35.8                     | 361.000  | 140                                     |
|              |            |     |     |     | -47.6    | -16.03      | -54.9  | -25.1  | -22.8     | -10.9                    | -163747  |   |
| Boeing       | 767-300ER  | D   | IV  | 5   | 156.2    | 52.6        | 180.1  | 82.2   | 74.8      | 35.8                     | 412.000  | 145                                     |
|              |            |     |     |     | -47.6    | -16.3       | -54.9  | -25.1  | -22.8     | -10.9                    | -186880  |   |
| Boeing       | 767-300ERW | D   | IV  | 5   | 167      | 52.6        | 180.1  | 82.2   | 74.8      | 35.8                     | 412.000  | 145                                     |
|              |            |     |     |     | -50.9    | -16.03      | -54.9  | -25.1  | -22.8     | -10.9                    | -186880  |   |
| Boeing       | 767-400    | D   | IV  | 5   | 170.3    | 55.8        | 201.3  | 92     | -         | 36                       | 450.000  | 150                                     |
|              |            |     |     |     | -52      | -17         | -61    | -28    | -         | -11                      | -204117  |   |
| Boeing       | 767-400ER  | D   | IV  | 5   | 170.3    | 55.8        | 201.4  | 93.3   | 85.8      | 36.1                     | 450.000  | 150                                     |
|              |            |     |     |     | -51.9    | -17.01      | -61.4  | -28.4  | -26.15    | -11                      | -204117  |   |
| Boeing       | 777-200    | C   | V   | 5   | 199.8    | 61.5        | 209    | 94.8   | 84.9      | 42.3                     | 545.000  | 136                                     |
|              |            |     |     |     | -60.9    | -18.75      | -63.7  | -28.9  | -25.88    | -12.9                    | -247208  |   |
| Boeing       | 777-200ER  | C   | V   | 5   | 199.8    | 61.5        | 209    | 94.8   | 84.9      | 42.3                     | 656.000  | 139                                     |
|              |            |     |     |     | -60.9    | -18.75      | -63.7  | -28.9  | -25.88    | -12.9                    | -297557  |   |
| Boeing       | 777-200LR  | C   | V   | 5   | 212.6    | 61.5        | 209    | 94.8   | 84.9      | 42.3                     | 766.800  | 140                                     |
|              |            |     |     |     | -64.8    | -18.75      | -63.7  | -28.9  | -25.88    | -12.9                    | -347815  |   |

FAA-Aircraft-Char-Database-v2-201810

KETERANGAN

PERUBAHAN

| no. | tanggal | keterangan | paraf |
|-----|---------|------------|-------|
|     |         |            |       |
|     |         |            |       |
|     |         |            |       |

**Angkasa Pura | AIRPORTS**  
 PT Angkasa Pura I (Persero)  
 KANTOR CALAKAT LERONG DAN KANTOR PERENCANAAN  
 40133 JAKARTA BARAT, INDONESIA

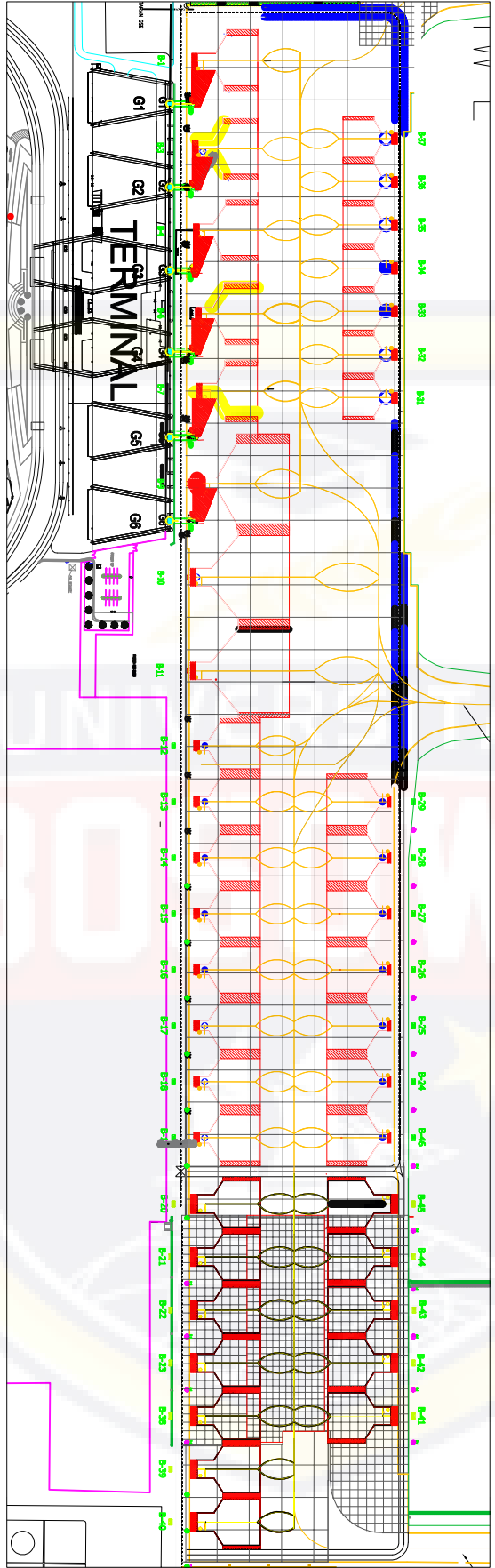
AIRPORT RENOVATION DEPARTMENT

|          |  |
|----------|--|
| disorok  |  |
| diubah   |  |
| ditambah |  |
| diambil  |  |

NAAM PROJECT : PEKERJAAN

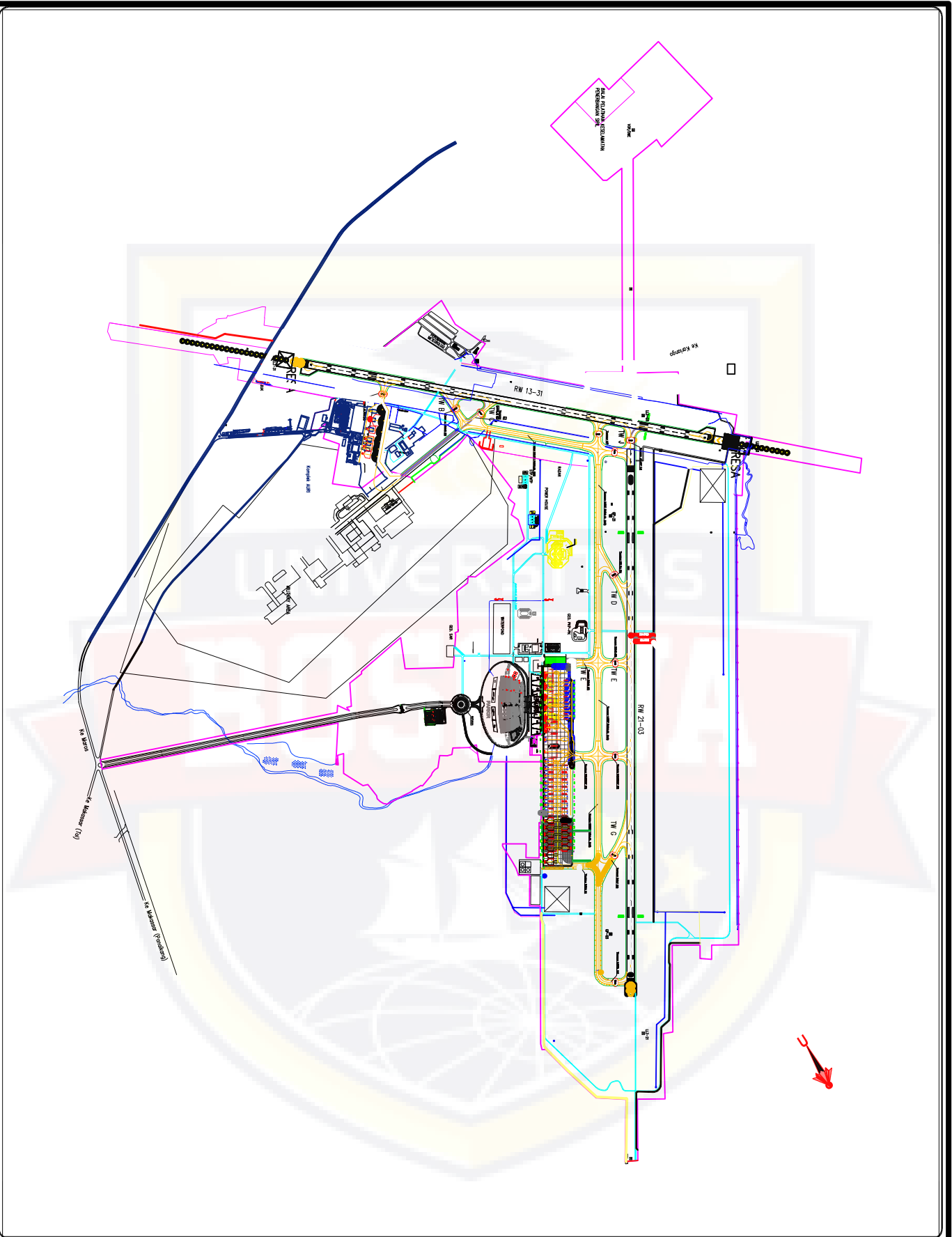
NAAM GAMBAR :

|           |         |       |        |
|-----------|---------|-------|--------|
| SKALA     | Tanggal | Nomor | Jumlah |
| NO SKALA  |         |       |        |
| Fasilitas |         |       |        |





KETERANGAN



PERUBAHAN

| no. | tanggal | keterangan | paraf |
|-----|---------|------------|-------|
|     |         |            |       |
|     |         |            |       |
|     |         |            |       |
|     |         |            |       |

**Angkasa Pura | AIRPORTS**  
**PT Angkasa Pura I (Persero)**  
 KANTOR CENTRAL OPERATIONS DAN KOPERASIONAL  
 JALAN PANGLOSSARI, JAKARTA BARAT

AIRPORT READINESS DEPARTMENT

| dirombak | direvisi | ditinjau | disetujui |
|----------|----------|----------|-----------|
|          |          |          |           |
|          |          |          |           |
|          |          |          |           |

NIKAM PROJECT : PEKERJAAN

NIKAM GAMBAR :

| SKALA    | Tanggal | Nomor | Jumlah |
|----------|---------|-------|--------|
| NO SCALE |         |       |        |
|          |         |       |        |
|          |         |       |        |

| Fasilitas | Kode |
|-----------|------|
|           |      |
|           |      |
|           |      |

**LAPORAN AKHIR  
PENGUJIAN LAPANGAN**

**PROYEK  
PERLUASAN APRON**

**LOKASI  
Bandar Udara Sultan Hasanuddin  
Makassar**

**DIBUAT OLEH**

**PT. SUMBER MEKANIKA TANAH**  
Komp Citra Garden, Bronze Astelia H3/8, Makassar

**30 Mei 2018**

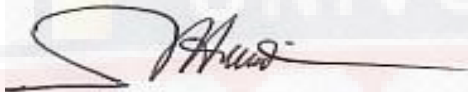
## KATA PENGANTAR

Memenuhi permintaan pengujian lapangan pada lokasi Proyek Perluasan Apron Bandar Udara Hasanuddin Makassar, maka kami melaksanakannya sesuai standar yang berlaku. Selanjutnya dari hasil pengumpulan data pengujian lapangan dilakukan analisis dan pembahasan yang akan dijadikan sebagai kontrol kualitas pelaksanaan proyek tersebut.

Demikianlah laporan ini, atas perhatian, kerjasama dan kepercayaan yang diberikan, kami ucapkan banyak terima kasih.

Makassar, 30 Mei 2018

Penanggung Jawab  
Penyelidikan Tanah,



**Ir. Muhammad Suradi, MEngSt, PhD.**

Team Leader

No. of Reg.: 1.2.500.2.31.09.020404

## PENYELIDIKAN TANAH

Proyek : Perluasan Apron (Zona 1)  
Site ID / Name : Bandar Udara Sultan Hasanuddin, Makassar  
Instansi Pelaksana : PT. Sumber Mekanika Tanah  
Jenis Penyelidikan : Uji Dynamic Cone Penetration (DCP) & Sand Cone

### A. Pendahuluan

Penyelidikan tanah ini bertujuan untuk mengontrol kualitas lapisan tanah dasar sebagai lapisan terakhir penyaluran tegangan akibat beban permukaan. Kualitas lapisan tanah dasar ini berupa kepadatan dan daya dukung terhadap penyebaran tegangan akibat beban permukaan terutama beban pesawat udara.

### B. Pengujian Lapangan

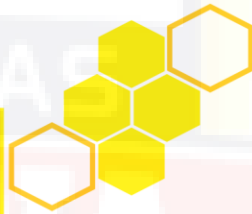
Uji lapangan yang dilakukan adalah uji DCP dan Sand Cone masing-masing sebanyak 4 titik pada lapisan tanah dasar sebagaimana ditentukan oleh konsultan. Hasil uji DCP dan Sand Cone secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1 dan disimpulkan pada tabel berikut.

| Titik Uji      | CBR <sub>min</sub> (%) | CBR <sub>max</sub> (%) | $\rho_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| D <sub>1</sub> | 9,0                    | 30                     | 1,41                           |
| D <sub>2</sub> | 9,0                    | 40                     | 1,44                           |
| D <sub>3</sub> | 7,1                    | 20                     | 1,33                           |
| D <sub>4</sub> | 9,0                    | 30                     | 1,36                           |

UNIVERSITAS

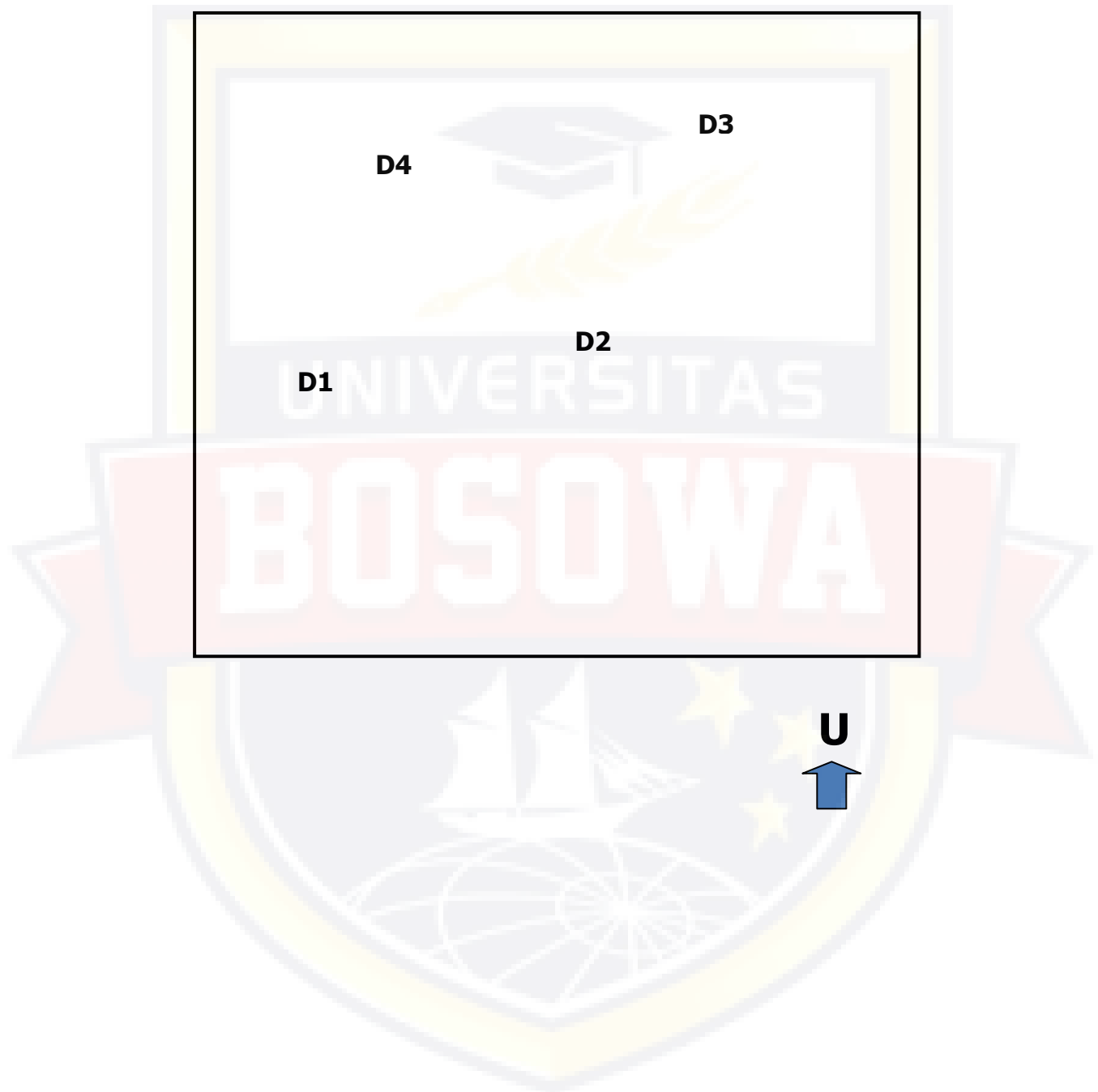
**LAMPIRAN 1**

**POSISI TITIK UJI DCP  
& SAND CONE**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH

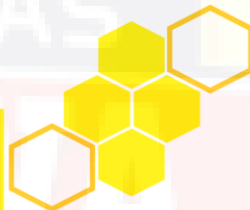
## POSISI TITIK-TITIK UJI DCP & SAND CONE PADA ZONA 1



UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 2**

**HASIL UJI DCP  
& SAND CONE**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH

### DCP TEST DATA

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |              |                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |         |         |
|--|--------------|------------------|--|---------|---------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |              |                  | <b>Date of Tested : 29 Mei 2018</b>          |         |         |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |              |                  | <b>Checked by :</b>                          |         |         |
| <b>NO OF POINT: D1</b>                 |              |                  |  |         |         |
| Field Data                             |              |                  | Calculation                                  |         |         |
| No of Blows (N)                        | Reading (mm) | Penetration (mm) | Blow per 25 mm                               | CBR (%) | Remark  |
| 0                                      | 10           |                  |  |         |         |
| 1                                      | 37           | 27               | 0,93   |         |         |
| 2                                      | 70           | 60               | 0,83   | 9       | Minimum |
| 3                                      | 100          | 90               | 0,83   |         |         |
| 4                                      | 130          | 120              | 0,83   |         |         |
| 5                                      | 155          | 145              | 0,86   |         |         |
| 6                                      | 185          | 175              | 0,86   |         |         |
| 7                                      | 205          | 195              | 0,90   |         |         |
| 8                                      | 220          | 210              | 0,95   |         |         |
| 9                                      | 235          | 225              | 1,00   |         |         |
| 10                                     | 245          | 235              | 1,06   |         |         |
| 11                                     | 260          | 250              | 1,10   |         |         |
| 12                                     | 280          | 270              | 1,11   |         |         |
| 13                                     | 290          | 280              | 1,16   |         |         |
| 14                                     | 310          | 300              | 1,17   |         |         |
| 15                                     | 325          | 315              | 1,19   |         |         |
| 16                                     | 340          | 330              | 1,21   |         |         |
| 17                                     | 350          | 340              | 1,25   |         |         |
| 18                                     | 365          | 355              | 1,27   |         |         |
| 19                                     | 375          | 365              | 1,30   |         |         |
| 20                                     | 385          | 375              | 1,33   |         |         |
| 21                                     | 395          | 385              | 1,36   |         |         |
| 22                                     | 410          | 400              | 1,38   |         |         |
| 23                                     | 425          | 415              | 1,39   |         |         |
| 24                                     | 440          | 430              | 1,40   |         |         |
| 25                                     | 455          | 445              | 1,40   |         |         |
| 26                                     | 470          | 460              | 1,41   |         |         |
| 27                                     | 485          | 475              | 1,42   |         |         |
| 28                                     | 495          | 485              | 1,44   |         |         |
| 29                                     | 510          | 500              | 1,45   |         |         |
| 30                                     | 525          | 515              | 1,46   | 30      | Maximum |



### DCP TEST DATA

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |              |                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |         |         |
|--|--------------|------------------|--|---------|---------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |              |                  | <b>Date of Tested : 21 Mei 2018</b>          |         |         |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |              |                  | <b>Checked by :</b>                          |         |         |
| <b>NO OF POINT: D2</b>                 |              |                  |  |         |         |
| Field Data                             |              |                  | Calculation                                  |         |         |
| No of Blows (N)                        | Reading (mm) | Penetration (mm) | Blow per 25 mm                               | CBR (%) | Remark  |
| 0                                      | 110          |                  |  |         |         |
| 1                                      | 120          | 10               | 2,50   | 40      | Maximum |
| 2                                      | 140          | 30               | 1,67   |         |         |
| 3                                      | 160          | 50               | 1,50   |         |         |
| 4                                      | 190          | 80               | 1,25   |         |         |
| 5                                      | 225          | 115              | 1,09   |         |         |
| 6                                      | 275          | 165              | 0,91   |         |         |
| 7                                      | 315          | 205              | 0,85   |         |         |
| 8                                      | 355          | 245              | 0,82   | 9       | Minimum |
| 9                                      | 385          | 275              | 0,82   |         |         |
| 10                                     | 400          | 290              | 0,86   |         |         |
| 11                                     | 425          | 315              | 0,87   |         |         |
| 12                                     | 450          | 340              | 0,88   |         |         |
| 13                                     | 490          | 380              | 0,86   |         |         |
| 14                                     | 515          | 405              | 0,86   |         |         |
| 15                                     | 545          | 435              | 0,86   |         |         |
| 16                                     | 590          | 480              | 0,83   |         |         |
| 17                                     | 615          | 505              | 0,84   |         |         |
| 18                                     | 640          | 530              | 0,85   |         |         |
| 19                                     | 675          | 565              | 0,84   |         |         |
| 20                                     | 700          | 590              | 0,85   |         |         |
| 21                                     | 720          | 610              | 0,86   |         |         |
| 22                                     | 740          | 630              | 0,87   |         |         |
| 23                                     | 770          | 660              | 0,87   |         |         |
| 24                                     | 785          | 675              | 0,89   |         |         |
| 25                                     | 800          | 690              | 0,91   |         |         |
| 26                                     | 810          | 700              | 0,93   |         |         |
| 27                                     | 820          | 710              | 0,95   |         |         |
| 28                                     | 830          | 720              | 0,97   |         |         |
| 29                                     | 840          | 730              | 0,99   |         |         |
| 30                                     | 850          | 740              | 1,01   |         |         |

### DCP TEST DATA

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |              |                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |         |         |
|--|--------------|------------------|--|---------|---------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |              |                  | <b>Date of Tested : 29 Mei 2018</b>          |         |         |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |              |                  | <b>Checked by :</b>                          |         |         |
| <b>NO OF POINT: D3</b>                 |              |                  |  |         |         |
| Field Data                             |              |                  | Calculation                                  |         |         |
| No of Blows (N)                        | Reading (mm) | Penetration (mm) | Blow per 25 mm                               | CBR (%) | Remark  |
| 0                                      | 25           |                  |  |         |         |
| 1                                      | 50           | 25               | 1,00   | 20      | Maximum |
| 2                                      | 85           | 60               | 0,83   |         |         |
| 3                                      | 130          | 105              | 0,71   | 7,1     | Minimum |
| 4                                      | 165          | 140              | 0,71   |         |         |
| 5                                      | 200          | 175              | 0,71   |         |         |
| 6                                      | 225          | 200              | 0,75   |         |         |
| 7                                      | 245          | 220              | 0,80   |         |         |
| 8                                      | 270          | 245              | 0,82   |         |         |
| 9                                      | 295          | 270              | 0,83   |         |         |
| 10                                     | 330          | 305              | 0,82   |         |         |
| 11                                     | 360          | 335              | 0,82   |         |         |
| 12                                     | 400          | 375              | 0,80   |         |         |
| 13                                     | 430          | 405              | 0,80   |         |         |
| 14                                     | 455          | 430              | 0,81   |         |         |
| 15                                     | 490          | 465              | 0,81   |         |         |
| 16                                     | 520          | 495              | 0,81   |         |         |
| 17                                     | 550          | 525              | 0,81   |         |         |
| 18                                     | 585          | 560              | 0,80   |         |         |
| 19                                     | 620          | 595              | 0,80   |         |         |
| 20                                     | 660          | 635              | 0,79   |         |         |
| 21                                     | 690          | 665              | 0,79   |         |         |
| 22                                     | 720          | 695              | 0,79   |         |         |
| 23                                     | 740          | 715              | 0,80   |         |         |
| 24                                     | 770          | 745              | 0,81   |         |         |
| 25                                     | 795          | 770              | 0,81   |         |         |
| 26                                     | 820          | 795              | 0,82   |         |         |
| 27                                     | 840          | 815              | 0,83   |         |         |
| 28                                     | 860          | 835              | 0,84   |         |         |
| 29                                     | 885          | 860              | 0,84   |         |         |
| 30                                     | 905          | 880              | 0,85   |         |         |

### DCP TEST DATA

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |              |                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |         |         |
|--|--------------|------------------|--|---------|---------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |              |                  | <b>Date of Tested : 21 Mei 2018</b>          |         |         |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |              |                  | <b>Checked by :</b>                          |         |         |
| <b>NO OF POINT: D4</b>                 |              |                  |  |         |         |
| Field Data                             |              |                  | Calculation                                  |         |         |
| No of Blows (N)                        | Reading (mm) | Penetration (mm) | Blow per 25 mm                               | CBR (%) | Remark  |
| 0                                      | 100          |                  |  |         |         |
| 1                                      | 120          | 20               | 1,25   |         |         |
| 2                                      | 135          | 35               | 1,43   | 30      | Maximum |
| 3                                      | 165          | 65               | 1,15   |         |         |
| 4                                      | 195          | 95               | 1,05   |         |         |
| 5                                      | 220          | 120              | 1,04   |         |         |
| 6                                      | 250          | 150              | 1,00   |         |         |
| 7                                      | 285          | 185              | 0,95   |         |         |
| 8                                      | 320          | 220              | 0,91   |         |         |
| 9                                      | 345          | 245              | 0,92   |         |         |
| 10                                     | 380          | 280              | 0,89   | 9       | Minimum |
| 11                                     | 400          | 300              | 0,92   |         |         |
| 12                                     | 420          | 320              | 0,94   |         |         |
| 13                                     | 445          | 345              | 0,94   |         |         |
| 14                                     | 470          | 370              | 0,95   |         |         |
| 15                                     | 500          | 400              | 0,94   |         |         |
| 16                                     | 520          | 420              | 0,95   |         |         |
| 17                                     | 540          | 440              | 0,97   |         |         |
| 18                                     | 560          | 460              | 0,98   |         |         |
| 19                                     | 585          | 485              | 0,98   |         |         |
| 20                                     | 605          | 505              | 0,99   |         |         |
| 21                                     | 615          | 515              | 1,02   |         |         |
| 22                                     | 630          | 530              | 1,04   |         |         |
| 23                                     | 645          | 545              | 1,06   |         |         |
| 24                                     | 660          | 560              | 1,07   |         |         |
| 25                                     | 670          | 570              | 1,10   |         |         |
| 26                                     | 680          | 580              | 1,12   |         |         |
| 27                                     | 695          | 595              | 1,13   |         |         |
| 28                                     | 700          | 600              | 1,17   |         |         |
| 29                                     | 710          | 610              | 1,19   |         |         |
| 30                                     | 720          | 620              | 1,21   |         |         |

### SAND CONE TEST DATA

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| <b>Project : Perluasan Apron</b>                                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mek. Tanah</b> |                      |
| <b>Site : Bandar Udara Sultan Hasanuddin</b>                      | <b>Date of Testing : 29 Mei 2018</b>     |                      |
| <b>Testing Procedure</b>  | <b>No of Point</b>                       |                      |
| <b>I. Density of Sand (<math>\rho_s</math>)</b>                   | <b>D<sub>1</sub></b>                     | <b>D<sub>2</sub></b> |
| Description   | Mass (gr)                                | Mass (gr)            |
| Bottle + cone ( $m_1$ )   | 650                                      | 650                  |
| Bottle + cone + full water ( $m_2$ )                              | 5.500                                    | 5.500                |
| Bottle + cone + full sand ( $m_3$ )                               | 8.560                                    | 8.560                |
| $\rho_s = (m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)$ (gr/cm <sup>3</sup> )          | 1,63                                     | 1,63                 |
| <b>II. Mass of Sand filling in Cone (<math>m_{sc}</math>)</b>     |  |                      |
| Bottle + cone + sand ( $m_4$ )                                    | 5.150                                    | 5.150                |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_5$ )                               | 3.460                                    | 3.460                |
| $m_{sc} = m_4 - m_5$  | 1.690                                    | 1.690                |
| <b>III. Mass of Sand filling in Hole (<math>m_{sh}</math>)</b>    |  |                      |
| Bottle + cone + sand ( $m_6$ )                                    | 6.000                                    | 5.850                |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_7$ )                               | 2.600                                    | 2.770                |
| $m_{sh} = m_6 - m_7 - m_{sc}$                                     | 1.710                                    | 1.390                |
| <b>IV. Volume of Hole (<math>V_h</math>)</b>                      |  |                      |
| $V_h = m_{sh}/\rho_s$ (cm <sup>3</sup> )                          | 1.049                                    | 853                  |
| <b>V. Mass of Excavated Soils (<math>m_{es}</math>)</b>           |  |                      |
| Container ( $m_8$ )   | 118                                      | 118                  |
| Container + exc. soils ( $m_9$ )                                  | 2.150                                    | 1.800                |
| $m_{es} = m_9 - m_8$  | 2.032                                    | 1.682                |
| <b>VI. Water Content of Exc. Soils (<math>w_{es}</math>)</b>      |  |                      |
| Container ( $m_{10}$ )  | 47                                       | 42                   |
| Container + wet soils ( $m_{11}$ )                                | 123                                      | 147                  |
| Container + dry soils ( $m_{12}$ )                                | 102                                      | 119                  |
| $w_{es} = [(m_{11} - m_{12})/(m_{12} - m_{10})] \times 100\%$ (%) | 38                                       | 37                   |
| <b>VII. Density of Wet Soils (<math>\rho</math>)</b>              |  |                      |
| $\rho = m_{es} / V_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )                       | 1,94                                     | 1,97                 |
| <b>VIII. Density of Dry Soils (<math>\rho_d</math>)</b>           |  |                      |
| $\rho_d = \rho / (1 + w_{es})$ (gr/cm <sup>3</sup> )              | <b>1,41</b>                              | <b>1,44</b>          |

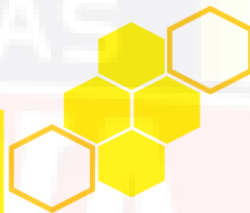
### SAND CONE TEST DATA

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| <b>Project : Perluasan Apron</b>                                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mek. Tanah</b> |                      |
| <b>Site : Bandar Udara Sultan Hasanuddin</b>                      | <b>Date of Testing : 29 Mei 2018</b>     |                      |
| <b>Testing Procedure</b>  | <b>No of Point</b>                       |                      |
| <b>IX. Density of Sand (<math>\rho_s</math>)</b>                  | <b>D<sub>3</sub></b>                     | <b>D<sub>4</sub></b> |
| Description   | Mass (gr)                                | Mass (gr)            |
| Bottle + cone ( $m_1$ )   | 650                                      | 650                  |
| Bottle + cone + full water ( $m_2$ )                              | 5.500                                    | 5.500                |
| Bottle + cone + full sand ( $m_3$ )                               | 8.560                                    | 8.560                |
| $\rho_s = (m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)$ (gr/cm <sup>3</sup> )          | 1,63                                     | 1,63                 |
| <b>X. Mass of Sand filling in Cone (<math>m_{sc}</math>)</b>      |  |                      |
| Bottle + cone + sand ( $m_4$ )                                    | 5.150                                    | 5.150                |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_5$ )                               | 3.460                                    | 3.460                |
| $m_{sc} = m_4 - m_5$  | 1.690                                    | 1.690                |
| <b>XI. Mass of Sand filling in Hole (<math>m_{sh}</math>)</b>     |  |                      |
| Bottle + cone + sand ( $m_6$ )                                    | 6.250                                    | 6.080                |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_7$ )                               | 2.700                                    | 2.550                |
| $m_{sh} = m_6 - m_7 - m_{sc}$                                     | 1.860                                    | 1.840                |
| <b>XII. Volume of Hole (<math>V_h</math>)</b>                     |  |                      |
| $V_h = m_{sh}/\rho_s$ (cm <sup>3</sup> )                          | 1.141                                    | 1.129                |
| <b>XIII. Mass of Excavated Soils (<math>m_{es}</math>)</b>        |  |                      |
| Container ( $m_8$ )   | 118                                      | 118                  |
| Container + exc. soils ( $m_9$ )                                  | 2.228                                    | 2.229                |
| $m_{es} = m_9 - m_8$  | 2.110                                    | 2.111                |
| <b>XIV. Water Content of Exc. Soils (<math>w_{es}</math>)</b>     |  |                      |
| Container ( $m_{10}$ )  | 44                                       | 42                   |
| Container + wet soils ( $m_{11}$ )                                | 119                                      | 136                  |
| Container + dry soils ( $m_{12}$ )                                | 98                                       | 110                  |
| $w_{es} = [(m_{11} - m_{12})/(m_{12} - m_{10})] \times 100\%$ (%) | 39                                       | 38                   |
| <b>XV. Density of Wet Soils (<math>\rho</math>)</b>               |  |                      |
| $\rho = m_{es} / V_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )                       | 1,85                                     | 1,87                 |
| <b>XVI. Density of Dry Soils (<math>\rho_d</math>)</b>            |  |                      |
| $\rho_d = \rho / (1 + w_{es})$ (gr/cm <sup>3</sup> )              | <b>1,33</b>                              | <b>1,36</b>          |

UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 4**

**DOKUMENTASI**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH



**FOTO UJI SAND CONE**

**LAPORAN AKHIR  
PENGUJIAN LAPANGAN**

**PROYEK  
PERLUASAN APRON  
(APRON TIMUR – UTARA)**

**LOKASI  
Bandar Udara Sultan Hasanuddin (Zone 1)  
Makassar**

**DIBUAT OLEH**

**PT. SUMBER MEKANIKA TANAH**  
Komp Citra Garden, Bronze Astelia H3/8, Makassar

**4 Juli 2018**



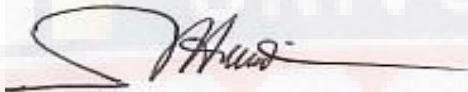
## KATA PENGANTAR

Memenuhi permintaan pengujian lapangan pada lokasi Proyek Perluasan Apron Bandar Udara Hasanuddin Makassar, maka kami melaksanakannya sesuai standar yang berlaku. Selanjutnya dari hasil pengumpulan data pengujian lapangan dilakukan analisis dan pembahasan yang akan dijadikan sebagai kontrol kualitas pelaksanaan proyek tersebut.

Demikianlah laporan ini, atas perhatian, kerjasama dan kepercayaan yang diberikan, kami ucapkan banyak terima kasih.

Makassar, 4 Juli 2018

Penanggung Jawab  
Penyelidikan Tanah,



**Ir. Muhammad Suradi, MEngSt, PhD.**

Team Leader

No. of Reg.: 1.2.500.2.31.09.020404

## PENYELIDIKAN TANAH

Proyek : Perluasan Apron (Apron Timur - Utara)  
Site ID / Name : Bandar Udara Sultan Hasanuddin, Makassar  
Instansi Pelaksana : PT. Sumber Mekanika Tanah  
Jenis Penyelidikan : Uji California Bearing Ratio (CBR) Lapangan & Sand Cone

### A. Pendahuluan

Penyelidikan tanah ini bertujuan untuk mengontrol kualitas lapisan timbunan sirtu sebagai lapisan perkerasan. Kualitas lapisan sirtu ini berupa kepadatan dan daya dukung terhadap penyebaran tegangan akibat beban permukaan terutama beban pesawat udara.

### B. Pengujian Lapangan

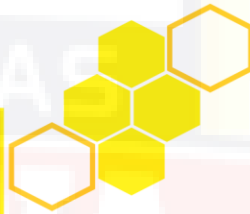
Uji lapangan yang dilakukan adalah uji CBR Lap. dan Sand Cone masing-masing sebanyak 4 titik pada lapisan perkerasan ini sebagaimana ditentukan oleh konsultan. Hasil uji CBR lap dan Sand Cone secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1 dan disimpulkan pada tabel berikut.

| Titik Uji                          | CBR <sub>min</sub> (%) | CBR <sub>max</sub> (%) | $\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| CBR <sub>1</sub> – SC <sub>1</sub> | 22                     | 32                     | 2,23                         |
| CBR <sub>2</sub> – SC <sub>2</sub> | 23                     | 25                     | 2,28                         |
| CBR <sub>3</sub> – SC <sub>3</sub> | 20                     | 22                     | 2,22                         |
| CBR <sub>4</sub> – SC <sub>4</sub> | 25                     | 31                     | 2,01                         |

UNIVERSITAS

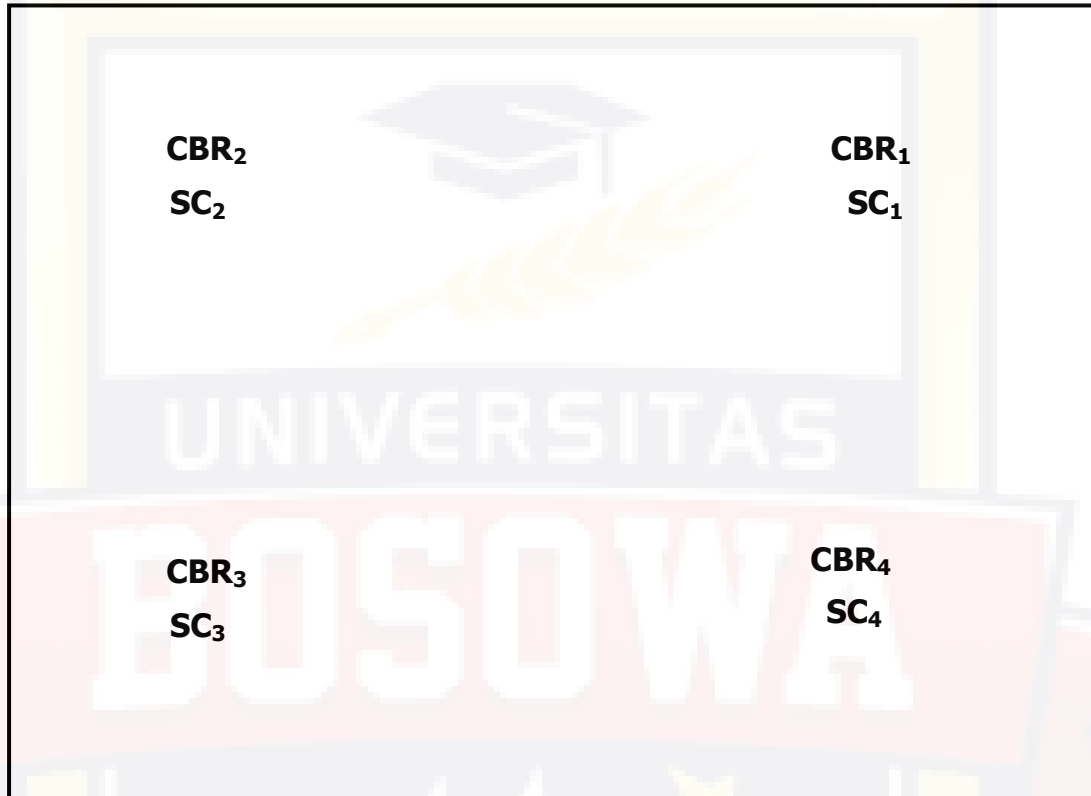
**LAMPIRAN 1**

**POSISI TITIK UJI CBR  
& SAND CONE**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH

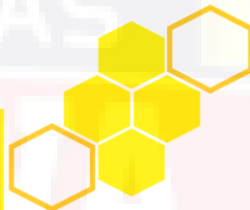
**POSISI TITIK-TITIK UJI CBR LAPANGAN & SAND CONE  
PADA APRON TIMUR - UTARA**



UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 2**

**HASIL UJI CBR LAP  
& SAND CONE**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|--|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |  | <b>Date of Tested : 2 Juli 2018</b>          |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |  | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>1</sub></b>    |  |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                               | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125   | 3  | 150        |
| 0,50                                   | 0,0250   | 4  | 200        |
| 1,00                                   | 0,0500   | 6  | 300        |
| 1,50                                   | 0,0750   | 9  | 450        |
| 2,00                                   | 0,1000   | 13   | 650        |
| 3,00                                   | 0,1500   | 19   | 950        |
| 4,00                                   | 0,2000   | 29   | 1450       |
| 6,00                                   | 0,3000   | 45   | 2250       |
| 8,00                                   | 0,4000   | 42   | 2100       |
| <b>NILAI CBR</b>                       |  |  |            |
| 0,1 inch                               | $[650 / (3 \times 1000)] \times 100 \% = 22 \%$  |  |            |
| 0,2 inch                               | $[1450 / (3 \times 1500)] \times 100 \% = 32 \%$ |  |            |

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|--|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |  | <b>Date of Tested : 2 Juli 2018</b>          |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |  | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>2</sub></b>    |  |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                               | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125   | 3  | 150        |
| 0,50                                   | 0,0250   | 6  | 300        |
| 1,00                                   | 0,0500   | 9  | 450        |
| 1,50                                   | 0,0750   | 10   | 500        |
| 2,00                                   | 0,1000   | 14   | 700        |
| 3,00                                   | 0,1500   | 18   | 900        |
| 4,00                                   | 0,2000   | 23   | 1150       |
| 6,00                                   | 0,3000   | 31   | 1550       |
| 8,00                                   | 0,4000   | 32   | 1600       |
| <b>NILAI CBR</b>                       |  |  |            |
| 0,1 inch                               | $[700 / (3 \times 1000)] \times 100 \% = 23 \%$  |  |            |
| 0,2 inch                               | $[1150 / (3 \times 1500)] \times 100 \% = 25 \%$ |  |            |

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|--|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |  | <b>Date of Tested : 2 Juli 2018</b>          |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |  | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>3</sub></b>    |  |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                               | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125   | 2  | 100        |
| 0,50                                   | 0,0250   | 3  | 150        |
| 1,00                                   | 0,0500   | 5  | 250        |
| 1,50                                   | 0,0750   | 8  | 400        |
| 2,00                                   | 0,1000   | 12   | 600        |
| 3,00                                   | 0,1500   | 15   | 750        |
| 4,00                                   | 0,2000   | 20   | 1000       |
| 6,00                                   | 0,3000   | 25   | 1250       |
| 8,00                                   | 0,4000   | 30   | 1500       |
| <b>NILAI CBR</b>                       |  |  |            |
| 0,1 inch                               | $[600 / (3 \times 1000)] \times 100 \% = 20 \%$  |  |            |
| 0,2 inch                               | $[1000 / (3 \times 1500)] \times 100 \% = 22 \%$ |  |            |

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|--|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |  | <b>Date of Tested : 2 Juli 2018</b>          |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |  | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>4</sub></b>    |  |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                               | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125   | 4  | 200        |
| 0,50                                   | 0,0250   | 8  | 400        |
| 1,00                                   | 0,0500   | 13   | 650        |
| 1,50                                   | 0,0750   | 16   | 800        |
| 2,00                                   | 0,1000   | 19   | 950        |
| 3,00                                   | 0,1500   | 23   | 1150       |
| 4,00                                   | 0,2000   | 26   | 1300       |
| 6,00                                   | 0,3000   | 34   | 1700       |
| 8,00                                   | 0,4000   | 42   | 2100       |
| <b>NILAI CBR</b>                       |  |  |            |
| 0,1 inch                               | $[950 / (3 \times 1000)] \times 100 \% = 31 \%$  |  |            |
| 0,2 inch                               | $[1150 / (3 \times 1500)] \times 100 \% = 25 \%$ |  |            |

### SAND CONE TEST DATA ANALYSES

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| <b>Project : Perluasan Apron</b>                                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mek. Tanah</b> |                       |
| <b>Site : Bandar Udara Sultan Hasanuddin</b>                      | <b>Date of Testing : 2 Juli 2018</b>     |                       |
| <b>Testing Procedure</b>  | <b>No of Point</b>                       |                       |
| <b>I. Density of Sand (<math>\rho_s</math>)</b>                   | <b>SC<sub>1</sub></b>                    | <b>SC<sub>2</sub></b> |
| Description   | Mass (gr)                                | Mass (gr)             |
| Bottle + cone ( $m_1$ )   | 650                                      | 650                   |
| Bottle + cone + full water ( $m_2$ )                              | 5.605                                    | 5.605                 |
| Bottle + cone + full sand ( $m_3$ )                               | 8.720                                    | 8.720                 |
| $\rho_s = (m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)$ (gr/cm <sup>3</sup> )          | 1,63                                     | 1,63                  |
| <b>II. Mass of Sand filling in Cone (<math>m_{sc}</math>)</b>     |  |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_4$ )                                    | 7.105                                    | 7.105                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_5$ )                               | 5.220                                    | 5.220                 |
| $m_{sc} = m_4 - m_5$  | 1.885                                    | 1.885                 |
| <b>III. Mass of Sand filling in Hole (<math>m_{sh}</math>)</b>    |  |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_6$ )                                    | 7.815                                    | 7.740                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_7$ )                               | 2.860                                    | 2.440                 |
| $m_{sh} = m_6 - m_7 - m_{sc}$                                     | 3.070                                    | 3.415                 |
| <b>IV. Volume of Hole (<math>V_h</math>)</b>                      |  |                       |
| $V_h = m_{sh}/\rho_s$ (cm <sup>3</sup> )                          | 1.883                                    | 2.095                 |
| <b>V. Mass of Excavated Soils (<math>m_{es}</math>)</b>           |  |                       |
| Container ( $m_8$ )   | 160                                      | 160                   |
| Container + exc. soils ( $m_9$ )                                  | 4.355                                    | 4.940                 |
| $m_{es} = m_9 - m_8$  | 4.195                                    | 4.780                 |
| <b>VI. Water Content of Exc. Soils (<math>w_{es}</math>)</b>      |  |                       |
| Container ( $m_{10}$ )  | 50                                       | 40                    |
| Container + wet soils ( $m_{11}$ )                                | 205                                      | 245                   |
| Container + dry soils ( $m_{12}$ )                                |  |                       |
| $w_{es} = [(m_{11} - m_{12})/(m_{12} - m_{10})] \times 100\%$ (%) |  |                       |
| <b>VII. Density of Wet Soils (<math>\rho</math>)</b>              |  |                       |
| $\rho = m_{es} / V_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )                       | 2,23                                     | 2,28                  |
| <b>VIII. Density of Dry Soils (<math>\rho_d</math>)</b>           |  |                       |
| $\rho_d = \rho / (1 + w_{es})$ (gr/cm <sup>3</sup> )              |  |                       |



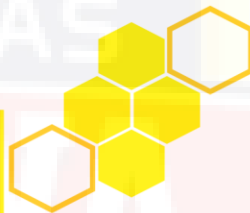
### SAND CONE TEST DATA ANALYSES

| Project : Perluasan Apron   | Tested by : PT. Sumber Mek. Tanah |                       |
|---|-----------------------------------|-----------------------|
| Site : Bandar Udara Sultan Hasanuddin                             | Date of Testing : 2 Juli 2018     |                       |
| Testing Procedure   | No of Point                       |                       |
| <b>I. Density of Sand (<math>\rho_s</math>)</b>                   | <b>SC<sub>3</sub></b>             | <b>SC<sub>4</sub></b> |
| Description   | Mass (gr)                         | Mass (gr)             |
| Bottle + cone ( $m_1$ )   | 650                               | 650                   |
| Bottle + cone + full water ( $m_2$ )                              | 5.605                             | 5.605                 |
| Bottle + cone + full sand ( $m_3$ )                               | 8.720                             | 8.720                 |
| $\rho_s = (m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)$ (gr/cm <sup>3</sup> )          | 1,63                              | 1,63                  |
| <b>II. Mass of Sand filling in Cone (<math>m_{sc}</math>)</b>     |                                   |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_4$ )                                    | 7.105                             | 7.105                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_5$ )                               | 5.220                             | 5.220                 |
| $m_{sc} = m_4 - m_5$  | 1.885                             | 1.885                 |
| <b>III. Mass of Sand filling in Hole (<math>m_{sh}</math>)</b>    |                                   |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_6$ )                                    | 7.650                             | 7.570                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_7$ )                               | 2.670                             | 2.810                 |
| $m_{sh} = m_6 - m_7 - m_{sc}$                                     | 3.095                             | 2.875                 |
| <b>IV. Volume of Hole (<math>V_h</math>)</b>                      |                                   |                       |
| $V_h = m_{sh}/\rho_s$ (cm <sup>3</sup> )                          | 1.899                             | 1.764                 |
| <b>V. Mass of Excavated Soils (<math>m_{es}</math>)</b>           |                                   |                       |
| Container ( $m_8$ )   | 160                               | 160                   |
| Container + exc. soils ( $m_9$ )                                  | 4.370                             | 3.705                 |
| $m_{es} = m_9 - m_8$  | 4.210                             | 3.545                 |
| <b>VI. Water Content of Exc. Soils (<math>w_{es}</math>)</b>      |                                   |                       |
| Container ( $m_{10}$ )  | 45                                | 45                    |
| Container + wet soils ( $m_{11}$ )                                | 300                               | 240                   |
| Container + dry soils ( $m_{12}$ )                                |                                   |                       |
| $w_{es} = [(m_{11} - m_{12})/(m_{10} - m_{12})] \times 100\%$ (%) |                                   |                       |
| <b>VII. Density of Wet Soils (<math>\rho</math>)</b>              |                                   |                       |
| $\rho = m_{es} / V_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )                       | 2,22                              | 2,01                  |
| <b>VIII. Density of Dry Soils (<math>\rho_d</math>)</b>           |                                   |                       |
| $\rho_d = \rho / (1 + w_{es})$ (gr/cm <sup>3</sup> )              |                                   |                       |

UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 3**

**DOKUMENTASI**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH



**FOTO UJI CBR LAPANGAN**



**FOTO UJI SAND CONE**

**LAPORAN AKHIR  
PENGUJIAN LAPANGAN**

**PROYEK  
PERLUASAN APRON  
(APRON TIMUR – UTARA)**

**LOKASI  
Bandar Udara Sultan Hasanuddin (Zone 1)  
Makassar**

**DIBUAT OLEH**

**PT. SUMBER MEKANIKA TANAH**  
Komp Citra Garden, Bronze Astelia H3/8, Makassar

**16 Juli 2018**

## KATA PENGANTAR

Memenuhi permintaan pengujian lapangan pada lokasi Proyek Perluasan Apron Bandar Udara Hasanuddin Makassar, maka kami melaksanakannya sesuai standar yang berlaku. Selanjutnya dari hasil pengumpulan data pengujian lapangan dilakukan analisis dan pembahasan yang akan dijadikan sebagai kontrol kualitas pelaksanaan proyek tersebut.

Demikianlah laporan ini, atas perhatian, kerjasama dan kepercayaan yang diberikan, kami ucapkan banyak terima kasih.

Makassar, 16 Juli 2018

Penanggung Jawab  
Penyelidikan Tanah,



**Ir. Muhammad Suradi, MEngSt, PhD.**

Team Leader

No. of Reg.: 1.2.500.2.31.09.020404

## PENYELIDIKAN TANAH

Proyek : Perluasan Apron (Apron Timur - Utara)  
Site ID / Name : Bandar Udara Sultan Hasanuddin, Makassar  
Instansi Pelaksana : PT. Sumber Mekanika Tanah  
Jenis Penyelidikan : Uji California Bearing Ratio (CBR) Lapangan & Sand Cone

### A. Pendahuluan

Penyelidikan tanah ini bertujuan untuk mengontrol kualitas lapisan perkerasan agregat. Kualitas lapisan agregat ini berupa kepadatan dan daya dukung terhadap penyebaran tegangan akibat beban permukaan terutama beban pesawat udara.

### B. Pengujian Lapangan

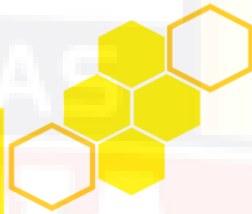
Uji lapangan yang dilakukan adalah uji CBR Lap. dan Sand Cone masing-masing sebanyak 4 titik pada lapisan perkerasan ini sebagaimana ditentukan oleh konsultan. Hasil uji CBR lap dan Sand Cone secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1 dan disimpulkan pada tabel berikut.

| Titik Uji                          | CBR <sub>min</sub> (%) | CBR <sub>max</sub> (%) | $\rho_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| CBR <sub>1</sub> – SC <sub>1</sub> | 82                     | 86                     | 2,09                           |
| CBR <sub>2</sub> – SC <sub>2</sub> | 92                     | 117                    | 2,08                           |
| CBR <sub>3</sub> – SC <sub>3</sub> | 83                     | 89                     | 2,15                           |
| CBR <sub>4</sub> – SC <sub>4</sub> | 205                    | 249                    | 1,98                           |

UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 1**

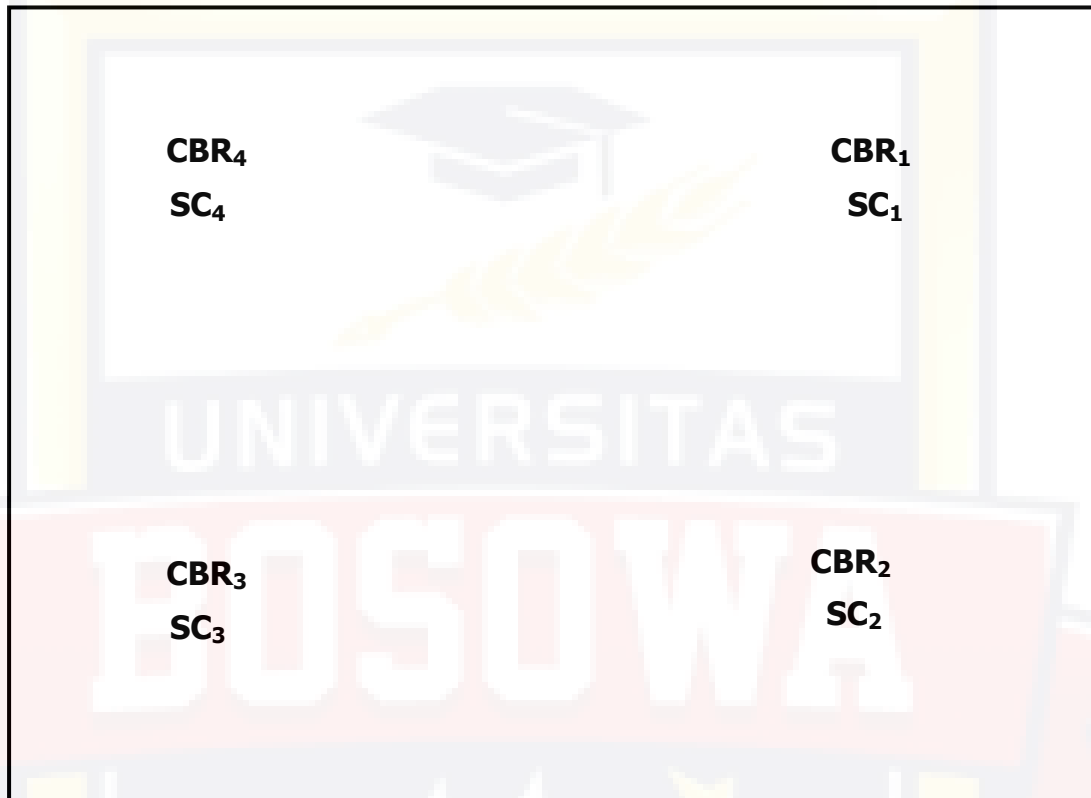
**POSISI TITIK UJI CBR  
& SAND CONE**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH



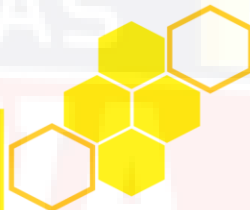
**POSISI TITIK-TITIK UJI CBR LAPANGAN & SAND CONE  
PADA APRON TIMUR - UTARA**



UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 2**

**HASIL UJI CBR LAP  
& SAND CONE**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |                                    | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|------------------------------------|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |                                    | <b>Date of Tested : 14 Juli 2018</b>         |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |                                    | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>1</sub></b>    |                                    |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                 | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125                             | 14   | 700        |
| 0,50                                   | 0,0250                             | 22   | 1100       |
| 1,00                                   | 0,0500                             | 31   | 1550       |
| 1,50                                   | 0,0750                             | 39   | 1950       |
| 2,00                                   | 0,1000                             | 49   | 2450       |
| 3,00                                   | 0,1500                             | 60   | 3000       |
| 4,00                                   | 0,2000                             | 77   | 3850       |
| 6,00                                   | 0,3000                             | 157  | 7850       |
| 8,00                                   | 0,4000                             | 290  | 14500      |
| <b>NILAI CBR</b>                       |                                    |  |            |
| 0,1 inch                               | [2450 / (3 x 1000)] x 100 % = 82 % |  |            |
| 0,2 inch                               | [3850 / (3 x 1500)] x 100 % = 86 % |  |            |

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |                                     | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|-------------------------------------|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |                                     | <b>Date of Tested : 14 Juli 2018</b>         |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |                                     | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>2</sub></b>    |                                     |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                  | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125                              | 11   | 550        |
| 0,50                                   | 0,0250                              | 18   | 900        |
| 1,00                                   | 0,0500                              | 29   | 1450       |
| 1,50                                   | 0,0750                              | 45   | 2250       |
| 2,00                                   | 0,1000                              | 55   | 2750       |
| 3,00                                   | 0,1500                              | 80   | 4000       |
| 4,00                                   | 0,2000                              | 105  | 5250       |
| 6,00                                   | 0,3000                              | 148  | 7400       |
| 8,00                                   | 0,4000                              | 224  | 11200      |
| <b>NILAI CBR</b>                       |                                     |  |            |
| 0,1 inch                               | [2750 / (3 x 1000)] x 100 % = 92 %  |  |            |
| 0,2 inch                               | [5250 / (3 x 1500)] x 100 % = 117 % |  |            |

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|--|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |  | <b>Date of Tested : 14 Juli 2018</b>         |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |  | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>3</sub></b>    |  |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                               | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125   | 18   | 900        |
| 0,50                                   | 0,0250   | 26   | 1300       |
| 1,00                                   | 0,0500   | 34   | 1700       |
| 1,50                                   | 0,0750   | 41   | 2050       |
| 2,00                                   | 0,1000   | 50   | 2500       |
| 3,00                                   | 0,1500   | 64   | 3200       |
| 4,00                                   | 0,2000   | 80   | 4000       |
| 6,00                                   | 0,3000   | 128  | 6400       |
| 8,00                                   | 0,4000   | 171  | 8550       |
| <b>NILAI CBR</b>                       |  |  |            |
| 0,1 inch                               | $[2500 / (3 \times 1000)] \times 100 \% = 83 \%$ |  |            |
| 0,2 inch                               | $[4000 / (3 \times 1500)] \times 100 \% = 89 \%$ |  |            |

### FIELD CBR TEST DATA ANALYSES

| <b>Project : Perluasan Apron</b>       |  | <b>Tested by : PT. Sumber Mekanika Tanah</b> |            |
|--|--|--|------------|
| <b>Contractor : PT. AMKA (Persero)</b> |  | <b>Date of Tested : 14 Juli 2018</b>         |            |
| <b>Site : Bandara Hasanuddin Mksr.</b> |  | <b>Checked by :</b>                          |            |
| <b>NO OF POINT: CBR<sub>4</sub></b>    |  |  |            |
| Time (minute)                          | Penetration (inch)                                 | Reading (0,01 mm)                            | Load (lbs) |
| 0,25                                   | 0,0125   | 26   | 1300       |
| 0,50                                   | 0,0250   | 39   | 1950       |
| 1,00                                   | 0,0500   | 68   | 3400       |
| 1,50                                   | 0,0750   | 95   | 4750       |
| 2,00                                   | 0,1000   | 123  | 6150       |
| 3,00                                   | 0,1500   | 177  | 8850       |
| 4,00                                   | 0,2000   | 224  | 11200      |
| 6,00                                   | 0,3000   | 294  | 14700      |
| 8,00                                   | 0,4000   | 313  | 15650      |
| <b>NILAI CBR</b>                       |  |  |            |
| 0,1 inch                               | $[6150 / (3 \times 1000)] \times 100 \% = 205 \%$  |  |            |
| 0,2 inch                               | $[11200 / (3 \times 1500)] \times 100 \% = 249 \%$ |  |            |

### SAND CONE TEST DATA ANALYSES

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| <b>Project : Perluasan Apron</b>                                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mek. Tanah</b> |                       |
| <b>Site : Bandar Udara Sultan Hasanuddin</b>                      | <b>Date of Testing : 13 Juli 2018</b>    |                       |
| <b>Testing Procedure</b>  | <b>No of Point</b>                       |                       |
| <b>I. Density of Sand (<math>\rho_s</math>)</b>                   | <b>SC<sub>1</sub></b>                    | <b>SC<sub>2</sub></b> |
| Description   | Mass (gr)                                | Mass (gr)             |
| Bottle + cone ( $m_1$ )   | 650                                      | 650                   |
| Bottle + cone + full water ( $m_2$ )                              | 5.605                                    | 5.605                 |
| Bottle + cone + full sand ( $m_3$ )                               | 8.720                                    | 8.720                 |
| $\rho_s = (m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)$ (gr/cm <sup>3</sup> )          | 1,63                                     | 1,63                  |
| <b>II. Mass of Sand filling in Cone (<math>m_{sc}</math>)</b>     |  |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_4$ )                                    | 7.105                                    | 7.105                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_5$ )                               | 5.220                                    | 5.220                 |
| $m_{sc} = m_4 - m_5$  | 1.885                                    | 1.885                 |
| <b>III. Mass of Sand filling in Hole (<math>m_{sh}</math>)</b>    |  |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_6$ )                                    | 8.360                                    | 7.865                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_7$ )                               | 3.950                                    | 3.770                 |
| $m_{sh} = m_6 - m_7 - m_{sc}$                                     | 2.525                                    | 2.210                 |
| <b>IV. Volume of Hole (<math>V_h</math>)</b>                      |  |                       |
| $V_h = m_{sh}/\rho_s$ (cm <sup>3</sup> )                          | 1.549                                    | 1.356                 |
| <b>V. Mass of Excavated Soils (<math>m_{es}</math>)</b>           |  |                       |
| Container ( $m_8$ )   | 155                                      | 155                   |
| Container + exc. soils ( $m_9$ )                                  | 3.645                                    | 3.125                 |
| $m_{es} = m_9 - m_8$  | 3.490                                    | 2.970                 |
| <b>VI. Water Content of Exc. Soils (<math>w_{es}</math>)</b>      |  |                       |
| Container ( $m_{10}$ )  | 55                                       | 50                    |
| Container + wet soils ( $m_{11}$ )                                | 240                                      | 290                   |
| Container + dry soils ( $m_{12}$ )                                | 227                                      | 278                   |
| $w_{es} = [(m_{11} - m_{12})/(m_{12} - m_{10})] \times 100\%$ (%) | <b>8</b>                                 | <b>5</b>              |
| <b>VII. Density of Wet Soils (<math>\rho</math>)</b>              |  |                       |
| $\rho = m_{es} / V_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )                       | 2,25                                     | 2,19                  |
| <b>VIII. Density of Dry Soils (<math>\rho_d</math>)</b>           |  |                       |
| $\rho_d = \rho / (1 + w_{es})$ (gr/cm <sup>3</sup> )              | <b>2,09</b>                              | <b>2,08</b>           |

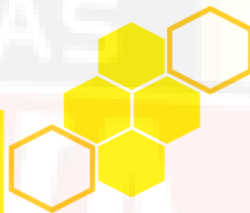
### SAND CONE TEST DATA ANALYSES

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| <b>Project : Perluasan Apron</b>                                  | <b>Tested by : PT. Sumber Mek. Tanah</b> |                       |
| <b>Site : Bandar Udara Sultan Hasanuddin</b>                      | <b>Date of Testing : 13 Juli 2018</b>    |                       |
| <b>Testing Procedure</b>  | <b>No of Point</b>                       |                       |
| <b>I. Density of Sand (<math>\rho_s</math>)</b>                   | <b>SC<sub>3</sub></b>                    | <b>SC<sub>4</sub></b> |
| Description   | Mass (gr)                                | Mass (gr)             |
| Bottle + cone ( $m_1$ )   | 650                                      | 650                   |
| Bottle + cone + full water ( $m_2$ )                              | 5.605                                    | 5.605                 |
| Bottle + cone + full sand ( $m_3$ )                               | 8.720                                    | 8.720                 |
| $\rho_s = (m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)$ (gr/cm <sup>3</sup> )          | 1,63                                     | 1,63                  |
| <b>II. Mass of Sand filling in Cone (<math>m_{sc}</math>)</b>     |  |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_4$ )                                    | 7.105                                    | 7.105                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_5$ )                               | 5.220                                    | 5.220                 |
| $m_{sc} = m_4 - m_5$  | 1.885                                    | 1.885                 |
| <b>III. Mass of Sand filling in Hole (<math>m_{sh}</math>)</b>    |  |                       |
| Bottle + cone + sand ( $m_6$ )                                    | 8.145                                    | 7.865                 |
| Bottle + cone + rest sand ( $m_7$ )                               | 3.075                                    | 3.770                 |
| $m_{sh} = m_6 - m_7 - m_{sc}$                                     | 3.185                                    | 2.210                 |
| <b>IV. Volume of Hole (<math>V_h</math>)</b>                      |  |                       |
| $V_h = m_{sh}/\rho_s$ (cm <sup>3</sup> )                          | 1.954                                    | 1.356                 |
| <b>V. Mass of Excavated Soils (<math>m_{es}</math>)</b>           |  |                       |
| Container ( $m_8$ )   | 155                                      | 155                   |
| Container + exc. soils ( $m_9$ )                                  | 4.425                                    | 3.125                 |
| $m_{es} = m_9 - m_8$  | 4.270                                    | 2.970                 |
| <b>VI. Water Content of Exc. Soils (<math>w_{es}</math>)</b>      |  |                       |
| Container ( $m_{10}$ )  | 50                                       | 50                    |
| Container + wet soils ( $m_{11}$ )                                | 320                                      | 290                   |
| Container + dry soils ( $m_{12}$ )                                | 315                                      | 267                   |
| $w_{es} = [(m_{11} - m_{12})/(m_{12} - m_{10})] \times 100\%$ (%) | <b>2</b>                                 | <b>11</b>             |
| <b>VII. Density of Wet Soils (<math>\rho</math>)</b>              |  |                       |
| $\rho = m_{es} / V_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )                       | 2,19                                     | 2,19                  |
| <b>VIII. Density of Dry Soils (<math>\rho_d</math>)</b>           |  |                       |
| $\rho_d = \rho / (1 + w_{es})$ (gr/cm <sup>3</sup> )              | <b>2,15</b>                              | <b>1,98</b>           |

UNIVERSITAS

**LAMPIRAN 3**

**DOKUMENTASI**



**SMART**  
PT. SUMBER MEKANIKA TANAH



**FOTO UJI CBR LAPANGAN**





**FOTO UJI SAND CONE**