

TUGAS AKHIR
**ANALISIS KUAT TEKAN CACO₃ DAN TRASS SEBAGAI
PENGANTI PARSIAL SEMEN**



DI SUSUN OLEH :

RAMADHAN NUR ALAM

45 12 041 065

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN SIPIL

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2019

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir :

**" ANALISIS KUAT TEKAN BETON CACO3 DAN TRASS SEBAGAI
PENGANTI PARSIAL SEMEN "**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **RAMADHAN NUR ALAM**

No. Stambuk : **45 12 041 065**

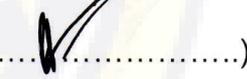
Program Studi : **TEKNIK SIPIL**

Pada Tanggal : **22 Juli 2019**

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat, untuk memperoleh Gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. H. Syahrul Sariman., MT (.....)

Pembimbing II : Ir. Fauzy Lebang. MT. (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Nasrullah, ST., MT., IAI
NIDN : 09 101271 01

Ketua Program Studi Jurusan Sipil



Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT
NIDN : 00 0105 6502

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

HALAMAN PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, No 987/JS-FT/UNIBOS/VIII/2019 tanggal 22 bulan Agustus Tahun Dua Ribu Sembilan Belas, perihal Pembentukan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada hari / tanggal : Kamis, 29 Agustus 2019

Nama : **RAMADHAN NUR ALAM**

No. Stambuk : **45 12 041 065**

Program Studi : **TEKNIK SIPIL**

Judul : **" ANALISIS KUAT TEKAN BETON CACO3 DAN TRASS
SEBAGAI PENGGANTI PARSIAL SEMEN "**

Dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan tim penguji Sarjana Strata satu (S1), untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik dengan susunan sebagai berikut :

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua : Ir. H. Syahrul Sariman., MT. (.....)

Sekretaris : Ir. Fauzy Lebang. MT. (.....)

Anggota:

1. Ir. Tamrin Mallawangeng. MT (.....)

2. Savitri prasandi. M , ST., MT (.....)

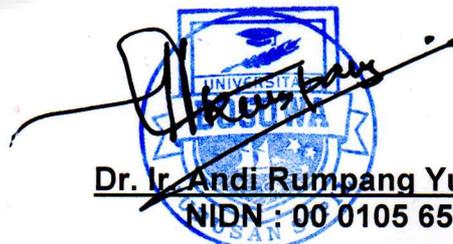
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Jurusan Sipil



Dr. H. Nasrullah, ST., MT., IAI
NIDN : 09 080773 01



Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf. MT
NIDN : 00 0105 6502

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **RAMADHAN NUR ALAM**
Nomor Stambuk : **45 12 041 065**
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS KUAT TEKAN BETON CACO3
DAN TRASS SEBAGAI PENGGANTI
PARSIAL SEMEN.**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan amupun kegiatan Programming yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, September 2022
Yang membuat pernyataan



RAMADHAN NUR ALAM
N. 45 12 041 147

ANALISIS KUAT TEKAN BETON CACO3 DAN TRASS SEBAGAI PENGANTI PARSIAL SEMEN.

Pembimbing 1 : Ir. H. Syahrul Sariman., MT

Pembimbing 2 : Ir. Fauzy Lebang. MT.

Oleh : RAMADHAN NUR ALAM

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak dipergunakan dalam struktur bangunan modern. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, pasir, kerikil, dan untuk kondisi tertentu bisa menggunakan bahan tambahan (admixture) yang berupa bahan kimia, serat, bahan non kimia dengan perbandingan tertentu.

Dalam penelitian ini akan dibahas pengaruh penambahan Caco3 dan trass terhadap kuat tekan beton, dengan ketetapan porsi semen 70 % dengan *caco3/trass* , 30%/0%, 20%/10%, 15%/15%, 10%/20%, 30/0%, adapun parameter yang diuji untuk mengetahui sifat – sifat teknis dalam percobaan ini adalah kuat tekannya.

Kuat tekan beton yang rata-rata yang diperoleh adalah : beton normal untuk FAS 0.3 = 34.32 Mpa; FAS 0.4 = 30.60 Mpa; FAS 0.5 = 28.05 Mpa, beton dengan penambahan 3% cac03 dan 3% trass FAS 0.3 = 24.65 Mpa; FAS 0.4 = 24.77 Mpa; FAS 0.5 = 17.22 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan penambahan cac03 3% dan 5% berat semen dari trass sebanyak 3% dan 5% dari berat pasir halus tidak dapat meningkatkan mutu kekuatan beton. Penambahan cac03 dan trass diperikarakan mempengaruhi FAS di dalam adukan beton sehinggia berpengaruh terhadap mutu beton yang dihasilkan. Disarankan untuk melakukan kombinasi komposisi cac03 dan trass yang akan digunakan sebagai pencampuran beton.

Kata Kunci : **Kuat Tekan Beton, FAS, Caco3 Dan Trass.**

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan yang Maha Kuasa oleh karena anugerah, kemurahan dan kasih setia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu persyaratan akademik guna menyelesaikan studi pada jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Dalam tulisan ini penulis menyajikan pokok bahasan menyangkut masalah dibidang tanah sebagai tanah dasar, dengan judul :

" ANALISIS KUAT TEKAN BETON CACO3 DAN TRASS SEBAGAI PENGANTI PARSIAL SEMEN "

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran penulisan skripsi ini, baik berupa dorongan moril maupun materil. Karena penulis yakin tanpa bantuan dan dukungan tersebut, sulit rasanya penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.

1. Dr. Ridwan, ST., M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu Nurhadijah Yuniarti., S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

3. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman., MT. Selaku Dosen Pembimbing I, yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Fauzy Lebang. MT. Selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman. MT, Selaku Kepala Laboratorium Struktur Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Hasrullah. S.T. Selaku Asisten Laboratorium yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan sehubungan dengan penelitian ini.
7. Seluruh staf Dosen jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
8. Kedua orang tua yang telah memberi bantuan moral dan materil yang tak terhitung jumlahnya serta doa-doanya yang tiada henti untuk kesuksesan dan kebahagiaan penulis.
9. Rekan-rekan Mahasiswa jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, Khususnya angkatan 2012 yang telah menjadi keluarga baru bagi penulis "saudara tak sedarah" senantiasa membagi kebahagiaan hingga penulisan skripsi ini.
10. Semua rekan-rekan seperjuangan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah banyak membantu, memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga Tuhan senantiasa menyertai mereka.

Menyadari akan keterbatasan penulis sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, maka penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran guna perbaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menghaturkan doa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa semoga kita semua selalu dituntun dan dilindungi-Nya, kiranya damai, kasih dan berkat-Nya selalu mengalir dan kita rasakan dalam kehidupan kita sehari – hari, Amin.

Salam Sejahtera Bagi Kita Semua

Makassar, Mei 2022

PENULIS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PENGAJUAN	II
HALAMAN PENGESAHAN.....	III
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	IV
ABSTRAK	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR NOTASI.....	XIV
BAB 1 : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	I - 1
1.2. Rumusan Masalah	I - 5
1.3. Maksud Dan Tujuan	I - 5
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	I - 6
1.4.1. Pokok Bahasan.....	I - 6
1.4.2. Batasan Masalah.....	I - 6
1.6. Sistematika penulisan	I - 6
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton	II - 1
2.1.1. Sifat-Sifat beton	II - 6
2.1.1. Bahan-bahan penyusun beton	II - 10

2.2. Jenis Pengujian Agregat Penyusun Beton	II - 17
2.3. Mix Design Beton Normal.....	II - 19
2.4. Nilai Slimp	II - 30
2.5. Kuat Tekan	II - 30
2.5.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya Kuat tekan	II - 32
2.6. Penelitian Terdahulu	II - 34
2.6.1. Kalsium Karbonat	II - 34
2.6.2. Trass.....	II - 35
2.7. Penelitian Terdahulu	II - 34

BAB III : METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alur Penelitian.....	III - 1
3.2. Tujuan Pengujian Penelitian.....	III - 2
3.3. Jenis Pengujian.....	III - 3
3.4. Varibel Penelitian	III - 3
3.5. Notasi Dan Jumlah.....	III - 4
3.6. Metode Analisis.....	III - 5

BAB : IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karasteristik Material.....	IV - 1
4.2. Perencanaan Campuran Beton.....	IV - 4
4.2.1. Perencanaan Campuran Beton Normal.....	IV - 4
4.3. Karasteristik Pasir Yang Digunakan.....	IV - 6
4.4. Pengujian Slump Test.....	IV - 9

4.5. Pengujian Kuat Tekan IV - 10

4.5.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya

Kuat tekan IV - 10

4.5.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi IV - 13

BAB : V PENUTUP

5.1. Kesimpulan V - 1

5.2. Saran v - 1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Data Hasil Pengujian Laboratorium

2. Foto Dokumentasi Penelitian

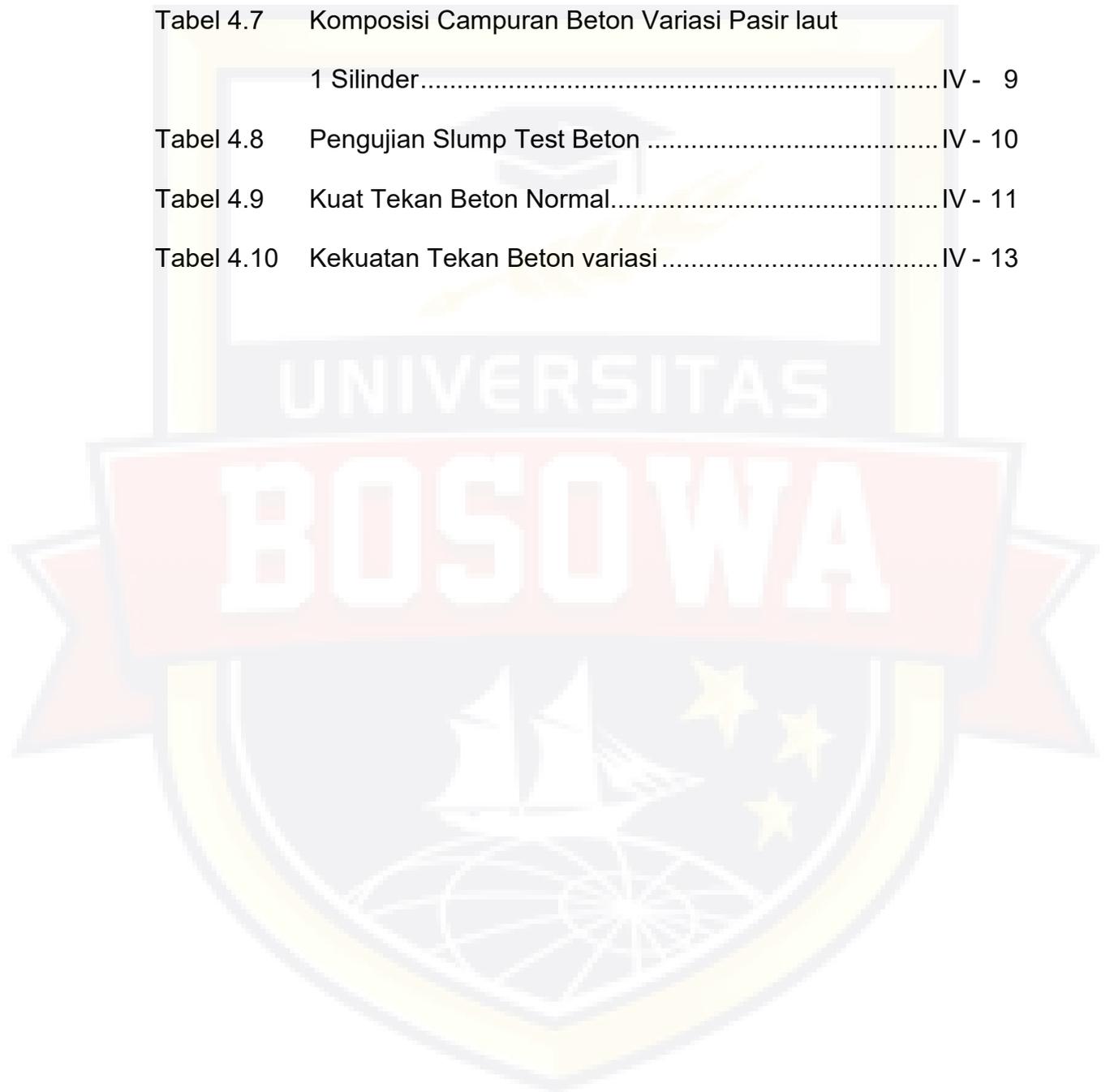
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Agregat Kasar Dan Agregat Halus.....	II - 11
Gambar 2.2.	Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton.....	II - 24
Gambar 2.3.	Hubungan Kandungan air, Berat jenis campuran dan Berat beton.	II - 27
Gambar 4.1.	Aanalisis Saringan Agregat Halus (Pasir).	IV - 2
Gambar 4.2.	Analisa saringan agregat kasar (Batu Pecah 1-2). .	IV - 2
Gambar 4.3.	Analisis Saringan Agregat Kasar (Batu Pecah 2-3)..	II - 4
Gambar 4.4..	Analisis Saringan Pasir Laut.....	II - 7
Gambar 4.5.	Analisa Combained Pasir Laut.....	II - 8
Gambar 4.6.	Kuat tekan beton normal.....	II - 12
Gambar 4.7.	Kuat Tekan Rata-rata pada tiap beton variasi	II - 14

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketentuan gradasi Agregat (ASTM C – 136)	II - 17
Tabel 2.2	Ketentuan Kadar Lumpur (ASTM C – 117)	II - 18
Tabel 2.3	Ketentuan Kadar Air (ASTM C – 556).....	II - 18
Tabel 2.4	Ketentuan Absorsi (ASTM C – 129).....	II - 18
Tabel 2.5	Ketentuan Absorsi (ASTM C – 129).....	II - 18
Tabel 2.6	Ketentuan berat isi (ASTM C – 29).....	II - 19
Tabel 2.7	Faktor perkalian deviasi standar	II - 20
Tabel 2.8	Daftar Deviasi Standar.....	II - 21
Tabel 2.9	Nilai Margin jika Data tidak tersedia untuk menetapkan Deviasi	II - 22
Tabel 2.10	Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50.....	II - 23
Tabel 2.11	Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas	II - 23
Tabel 2.12	Penempatan Nilai Slump Adukan Beton	II - 30
Tabel 3.1	Jenis Pengujian Agregat Halus.....	III - 3
Tabel 3.2	Jenis Pengujian Agregat Kasar.....	III - 3
Tabel 3.3	Notasi Dan Jumlah Sampel	III - 4
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus.....	IV - 1
Tabel 4.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 1-2)	IV - 2
Tabel 4.3	Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 2-3)	IV - 3
Tabel 4.4	Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa.....	IV - 5

Tabel 4.5	Data perhitungan mix design	IV - 6
Tabel 4.6	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Pasir	IV - 6
Tabel 4.7	Komposisi Campuran Beton Variasi Pasir laut 1 Silinder.....	IV - 9
Tabel 4.8	Pengujian Slump Test Beton	IV - 10
Tabel 4.9	Kuat Tekan Beton Normal.....	IV - 11
Tabel 4.10	Kekuatan Tekan Beton variasi.....	IV - 13



DAFTAR NOTASI

A	Luas penampang
ASTM	American Society for Testing and Material
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
C	Cohesi
Clay	Lempung
BN	Bentonit
KL	Kaolin
Gs	Berat Jenis
IP	Indeks Plastis
LL	Batas Cair
MMD	Kadar air maksimum
OMC	Kadar air optimum
PL	Batas Plastis
qu	Kuat Tekan Bebas
Slit	Lanau
Subgrade	Tanah Dasar
Swelling	Pengembangan
USCS	Unified Soil Classification System
Va	Volume udara
Vs	Volume butiran padat
Vw	Volume air

W	Kadar air
W_{opt}	Kadar Air Optimum
W_s	Berat butiran padat
W_w	Berat air
γ_b	Berat volume basah
γ_d	Berat volume kering
γ_s	Berat isi butir
γ_w	berat isi air

BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Semen harus dikurangi karena memproduksi 1 ton semen akan memperburuk terbentuknya gas CO_2 , yang akan menghasilkan pemanasan global menurut laporan bary chatham house industri semen adalah penyumbang sekitar 8 persen emisi karbon dioksida (CO_2) Dunia. Terbesar ketiga setelah industri penerbangan dan pertanian. Pada 2015, industri semen menghasilkan 2,8 miliar ton CO_2 . Pemakaian beton sebagai bahan konstruksi telah lama dikenal di Indonesia. Salah satu bahan utama yang sering digunakan pada konstruksi bangunan adalah beton. Beton merupakan material hasil dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Adanya pembangunan infrastruktur mendorong berkembangnya teknologi beton, sehingga penggunaan beton dengan kualitas baik sangat dibutuhkan masyarakat pada umumnya terutama untuk pembangunan. Alasan mengapa beton banyak digunakan karena pertama beton merupakan bahan yang kedap air, kedua elemen struktur beton relatif mudah dibentuk atau dicetak menjadi berbagai ukuran dan tipe, ketiga adalah beton merupakan bahan yang murah dan relatif mudah disediakan dan dikerjakan. Kekuatan beton sangat penting dalam struktur bangunan. Semen dalam beton menjadi sangat penting karena sebagai bahan perekat antara agregat kasar dan agregat halus. Fungsi semen yang merupakan bahan susun beton yang paling mahal.

Oleh karena itu, diperlukan bahan substitusi atau pengganti sebagai semen dalam pembuatan beton yaitu kalsium karbonat dan tras.

Oleh sebab itu, berbagai inovasi dilakukan untuk menanggulangi permasalahan di bidang konstruksi baik dari segi keamanan dan kekuatan struktur, maupun permasalahan lingkungan yang menjadi efek samping berkembangnya pembangunan. Dari semua kebutuhan ini, perlu adanya inovasi yang terus dikembangkan, inovasi tersebut dapat berupa inovasi metode perancangan maupun inovasi material yang digunakan.

Salah satu inovasi beton yaitu inovasi pada material, inovasi pada material ini merupakan inovasi yang paling sering dipilih dalam konstruksi dan juga selalu dikembangkan. Beton dengan mengurangi berat jenisnya tanpa mengurangi volumenya merupakan salah satu pengembangan beton yang memiliki nilai guna lebih dibandingkan dengan beton normal. Dengan keunggulan berat jenis yang lebih rendah dari beton normal sehingga penggunaannya dapat mengurangi massa bangunan baik 10%, 20% ataupun 30% dari bangunan biasanya.

Inovasi beton dengan memanfaatkan limbah sebagai substitusi dapat menjawab permasalahan lingkungan yang telah diuraikan diatas. Pemanfaatan agregat daur ulang dari limbah konstruksi dapat mengurangi kelangkaan sumber daya alam, menambah panjang umur penggunaan, dan ikut serta dalam melestarikan lingkungan. Salah satu limbah industry yang dapat digunakan untuk campuran beton adalah pecahan genteng. Limbah ini yang tadinya tidak memiliki nilai ekonomis dapat dimanfaatkan

sebagai substitusi agregat kasar pada beton. Pemilihan limbah pecahan genteng dilakukan atas dasar pertimbangan berat jenis yang relatif lebih ringan daripada berat jenis agregat biasa sehingga penggunaannya dapat menurunkan berat jenis beton dan beton yang dihasilkan memiliki daya hantar panas rendah. Alasan lain dari pemilihan bahan ini adalah ketersediaan bahan yang mudah didapat dan sebagai upaya meminimalisir limbah.

Dalam inovasi material ini melibatkan penggunaan kalsium karbonat sebagai aditif dalam campuran beton dapat menghemat pemakaian semen yang efisien. Karena Kalsium Karbonat merupakan bahan penyusun utama dalam pembuatan semen *portland* yaitu hingga 60-65% dari bahan penyusun lainnya seperti silika, alumina, magnesia dan oksida besi (Tjokrodimuljo, K, 2007). Penggunaan aditif kalsium karbonat dengan senyawa kimia CaCO_3 yang dimana kalsium juga mengandung CaO (oksida kalsium) dan CO_2 (karbon dioksida). Pada saat CaO tercampur dengan beton akan mengalami pengerasan melalui kristal – kristal asing untuk memperkecil penyusutan yang terjadi jika beton mulai mengering, Danjushevsky (1980). Pengaruh lain dari CaO terhadap beton ialah dapat mengecilkan pori – pori sehingga dapat memperkuat daya lekat terhadap agregat. Efektivitas Kalsium Karbonat sebagai bahan aditif campuran beton tersebut akan diuji pengaruhnya terhadap sifat-sifat fisik beton ini.

Trass merupakan salah satu pozzolan yang pemanfaatannya selama ini belum maksimal. Pozzolan adalah bahan alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur – unsur silikat dan atau aluminat yang reaktif (Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, PUBI-1982). Trass banyak dijumpai pada daerah dataran tinggi karena trass adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Pemilihan batu trass sebagai bahan ikat merupakan bagian dari usaha untuk memecahkan permasalahan ketergantungan pada semen.

Trass memiliki bahan penyusun kimia yaitu SiO_2 (62,85%), Al_2O_3 (18,18%), Fe_2O_3 (4,99%), MnO (0,06%), Na_2O (1,86%) dan K_2O (3,45%) (Hijhoff, 1970). Oksida-oksida tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air. Selain sebagai bahan pengikat trass juga dapat ditinjau sebagai bahan pengisi dalam mortar karena sifat trass sendiri mudah hancur dan memiliki kurang butir yang menyerupai pasir. Dengan pemanfaatan batu trass sebagai bahan pengikat dapat mengurangi ketergantungan akan produksi semen. Penduduk local selama ini hanya memanfaatkan trass sebagai bahan pengurug saja. Dengan memanfaatkan trass sebagai bahan campuran yang di harapkan dapat diperoleh keuntungan terhadap bahan itu sendiri dan memberikan nilai ekonomis dalam penggunaannya serta menunjang dalam pengadaan bahan bangunan.

Dari latar belakang diatas, maka penulis mengambil penelitian tentang ***"Analisis kuat tekan beton yang menggunakan kalsium karbonat dan trass sebagai pengganti parsial semen"***

1.2. Rumusan Masalah

Penggunaan kalsium karbonat dan tras pada penelitan ini dianggap perlu sebagai substitusi semen dan akan berdampak pada kekuatan tekan beton. Dengan pertimbangan tersebut dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah persentase optimal penggunaan tras sebagai substitusi semen pada umur beton 28 hari.
2. Berapakah kuat tekan beton optimum setelah substitusi semen dengan kalsium karbonat dan tras dengan variasi tertentu pada beton umur 28 hari.
3. Bagaimanakah pengaruh penambahan kalsium karbonat dan tras sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh perbedaan kuat tekan beton dengan menggunakan kalsium karbonat dan tras sebagai substitusi semen.

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Penggunaan material/zat kimia dan trass dengan tujuan untuk bisa dimanfaatkan sebagai pengganti semen.
2. Pelestarian lingkungan dengan mengurangi penggunaan semen.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan.

Untuk dapat mencapai tujuan, terdapat beberapa ruang lingkup penelitian yang menjadi batasan dalam penelitian ini. Antara lain:

1. Pengujian aggerat kasar dan halus.
2. Pembuatan mix design beton normal.
3. Pengujian kuat tekan beton normal.
4. Pembuatan benda uji beton dengan variasi tras dan kalsium karbonat (CaCo_3).
5. Pengujian kuat tekan beton variasi.
6. Analisis hasil pengujian.

1.4.2 Batasan masalah

- Target kuat tekan beton normal dan beton variasi 20 Mpa
- Sumber material
 - Batu Pecah (BP) 1-2
 - Batu Pecah (BP) 2-3
 - Trass
 - Kalsium Karbonat (CaCo_3)
- Material mix design sesuai DOE SNI
- Pengujian Campuran pada SNI 03-2834-1993

1.5 Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi dalam lima bab yaitu: Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan dan diakhiri oleh Kesimpulan dan Saran.

Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab tersebut di atas:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan hal-hal mengenai latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan bagian yang membahas teori dari beton sebagai objek penelitian, tinjauan umum dan spesifikasi material beton, syarat dasar agregat terhadap mutu beton, slump test serta kuat tekan beton.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat bagan alir penelitian, tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian meliputi persiapan dan pemeriksaan material baku, alat dan bagan yang digunakan, lokasi penelitian, mix design, pembuatan benda uji, perawatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan analisa hasil penelitian dan pembahasan yang meliputi penyajian hasil penelitian kuat tekan dan pembahasan hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab penutup yang terdiri dari kesimpulan akhir dari seluruh rangkaian penelitian dan pembahasan serta saran-saran bagi perbaikan, penggunaan dan pengembangan hasil penelitian..

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah bahan bangunan yang terbentuk dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Agregat yang biasanya berbentuk kerikil dan pasir adalah merupakan bahan pengisi, sedangkan semen dan air lebih berperan sebagai bahan perekat dari pada bahan pengisi. Mutu beton sangat bergantung dari komposisi material dan cara pencampurannya.

Beton merupakan bahan yang mempunyai kuat tekan yang cukup besar, kekuatan beton dipengaruhi oleh factor air semen, tingkat pemadatan, jenis semen, jenis agregat dan perawatan. Namun beton memiliki kuat tarik yang rendah, pada elemen struktur yang betonnya mengalami tegangan tarik diperkuat dengan batang baja tulangan sehingga terbentuk suatu struktur komposit, yang kemudian dikenal dengan sebutan beton bertulang. Kuat tekan beton sangat diperhitungkan hamper pada semua perencanaan konstruksi beton.

Faktor – faktor yang membuat beton banyak digunakan karena memilki keunggulan – unggulan antara lain:

1. Kemudahan Pengolahannya yaitu dalam keadaan plastis, beton dapat dan diisi dalam cetakan.

2. Material Yang Mudah Didapat Sebagian besar dari material – material pembentuknya, biasanya dilokasi dengan harga murah atau pada tempat yang tidak terlalu jauh dari lokasi konstruksi.
3. Kekuatan Tekan Tinggi seperti juga kekuatan tekan pada batu alam, yang membuat beton cocok dipakai sebagai elemen yang terutama memikul gaya tekan, seperti kolom dan konstruksi busur.
4. Daya tahan yang tinggi terhadap api dan cuaca merupakan bukti dari kelebihanannya.

Perancangan beton perlu dilakukan untuk menentukan perbandingan bahan guna mendapat beton dengan sifat yang diperlukan. Sifat yang diminta tergantung pada penggunaan beton. Sifat yang apat diatur oleh perbandingan campuran dalah kekuatan, ketahanan kedap air dan kemampuan pengerjaan. Sifat yang paling penting dari beton yang telah diset adalah sifat mekanik beton. Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh berbagai factor seperti air, semen, jenis agregat dan sebagainya.

Dalam pengerjaan beton segar, tiga sifat penting yang harus selalu diperhatikan adalah *Workability* (kemudahan pengerjaan), *segregasi* (pemisahan kerikil) dan *bleeding* (naiknya air ke permukaan).

1. *Workability*.

Workability adalah sifat atau perihal mudah/tidaknya beton segar dikerjakan, diangkut, homogenitas, stabil, sifat pemadatan serta

memperkecil pori udara beton. Newman (1965) mengusulkan agar pengertian *workability* didefinisikan sekurang-kurangnya pada tiga sifat yang berbeda, yaitu:

- Kompabilitas atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan.
- Mobilitas atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan.
- Stabilitas atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi terhadap bahan-bahan utamanya.

Untuk mengukur *workability* maka digunakan istilah *slump* sebagai tolak ukur, dengan alat untuk mengukur slump disebut Slump Test. Unsur-unsur yang memengaruhi *workability* antara lain:

- Jumlah air pencampur. Semakin banyak air pencampur semakin mudah pengerjaan beton.
- Kandungan semen. Jika faktor air semen (FAS) tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga sifat plastisnya menjadi lebih tinggi.
- Gradasi campuran pasir-kerikil. Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mempermudah pengerjaan.
- Bentuk butiran agregat kasar. Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah dikerjakan.

2. Segregasi.

Segregasi merupakan pemisahan unsur-unsur pokok dari campuran heterogen sehingga distribusi atau proses penyebarannya tidak lagi merata. Pada adukan beton perbedaan dalam ukuran partikel-partikel dan berat jenis masing-masing campuran merupakan penyebab utama segregasi, tapi hal ini dapat diantisipasi dengan pemilihan gradasi yang sesuai dan pengerjaan yang baik.

Ada dua bentuk segregasi, yang pertama terjadi jika partikel-partikel yang lebih besar cenderung bergerak lebih jauh sepanjang kemiringan atau turun lebih dalam dibanding partikel-partikel yang lebih halus. Bentuk segregasi yang kedua terjadi pada campuran-campuran yang basah (mengandung air yang banyak) dan dipengaruhi oleh pemisahan mortar dari campuran. Segregasi dapat disebabkan oleh beberapa hal:

- Campuran kurus atau kurang semen.
- Terlalu banyak air.
- Besar ukuran agregat maksimum lebih besar dari 40 mm.
- Permukaan butir agregat kasar. Semakin kasar permukaan agregat semakin mudah terjadi segregasi.

Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika (Winter George, Arthur H. Nilson. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. 1993):

- Tinggi jatuh diperpendek.
- Penggunaan air sesuai dengan syarat.

- Ukuran agregat sesuai dengan syarat.
- Pemadatan yang baik.

3. Bleeding.

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan beton yang baru dipadatkan disebut *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput. Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan unsur-unsur padat campuran untuk menahan seluruh air campuran pada saat unsur-unsur tersebut turun ke bawah. *Bleeding* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

- ✓ Susunan butir agregat. Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.
- ✓ Banyaknya air. Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*.
- ✓ Kecepatan hidrasi. Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*.
- ✓ Proses pemadatan. Pemadatan yang berlebihan bukan penyebab terjadinya *bleeding*.

Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara:

- ✓ Memberi lebih banyak semen.
- ✓ Menggunakan air paling minimum.
- ✓ Menggunakan agregat dengan butiran halus lebih banyak.
- ✓ Memasukkan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

2.1.1. Sifat-Sifat Beton

Beberapa sifat umum yang penting diketahui pada beton adalah sebagai berikut :

a) Kemampuan dikerjakan (workability)

Sifat workability merupakan ukuran dari tingkat kemudahan mengaduk bahan-bahan beton secara bersama, sampai menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah untuk diangkut, dituang, dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaan tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran dan menurunkan mutu beton. Kemampuan dikerjakan dapat diukur dari kekental dengan menggunakan alat slump (slump test) yang berbentuk kerucut terpancung. Pengambilan nilai slump tergantung dari jenis pengerjaan beton.

b) Sifat Ketahanan Beton (Durability)

Untuk mendapatkan sifat ketahanan dari beton maka hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Pengaruh cuaca dan pemekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering atau panas dan dingin yang silih berganti.
- Ketahanan terhadap zat kimia, pengaruh ini bersifat kimiawi yang diakibatkan oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia limbah industri, buangan air kotor kota dan sebagainya yang dapat merusak keawetan beton.

- Ketahanan terhadap erosi, pengaruh erosi yang dapat mengakibatkan terjadinya lubang-lubang, gugus karena adanya gesekan benda yang terbawa air.

c) Sifat Kedap Air

Beton mempunyai kecenderungan mengandung rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara pada saat pengecoran. Rongga udara ini akan membentuk saluran-saluran kapiler mengakibatkan air dapat merusak dari luar kedalam atau tembus kebeton. Jika saluran-saluran kapiler itu tidak tertutup kembali, sifat beton tersebut tidak kedap air. Jadi untuk membuat beton yang kedap air, beton harus dibuat sepadat mungkin dan perbandingan air semen harus direduksi seminimal mungkin untuk keperluan hidrasi semen.

Hal-hal yang mempengaruhi sifat kedap airnya beton adalah sebagai berikut :

- Perbandingan air dan semen dalam campuran beton (mutu dan porositas).
- Kepadatan (hasil pemadatan/penggetaran dengan vibrator).
- Selalu cukup air pada saat curing (4 minggu), umur beton bertambah, kedap air turun.
- Gradasi agregat (memenuhi spesifikasi).

d) Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima atau menahan beban sampai pada batas kehancurannya. Pengujian kuat tekan

beton dapat dilakukan dengan cara pembuatan benda uji kubus maupun silinder yang kemudian ditekan dengan menggunakan mesin Press Srenght.

Sifat kuat hancur beton dipengaruhi oleh perbandingan air semen dan tingkat pematatannya. Selain itu pula kuat hancur beton dipengaruhi oleh sejumlah factor penting, yaitu :

- Jenis semen dan kualitasnya.
- Jenis dan kondisi agregat.
- Tingkat perawatan.
- Pengaruh suhu.
- Umur beton itu sendiri.

e) Kekenyalan

Beton sebenarnya bukan merupakan benda kenyal, dimana grafik deformasi (Sterss Strenght) beton yang telah mengeras dengan sempurna akan menunjukkan garis miring agak tegak lurus sampai mencapai tegangan kerja maksimum. Penentuan modulus kekenyalan beton biasanya dilakukan pada pembebanan maksimum 50%. Biasanya beton yang memiliki kuat tekan tinggi, memiliki angka modulus kenyal yang tinggi.

f) Rangkak

Merupakan perubahan bentuk akibat pembebanan yang terus bertambah atau kalau beban diiadakan akan berubah sebagian. Apabila beton dibebani tekanan secara tetap akan mengalami pependekan, yaitu :

- Perpendekan yang dapat kembali semula. Perpendekan ini erat hubungannya dengan kekenyalan.
- Perpendekan yang terus bertambah atau kalau beban dibebaskan, akan berubah sebagian, perpendekan ini disebabkan oleh penurunan pori-pori dalam. Aliran dari pasta semen, pergerakan Kristal dalam agregat dan terjadinya tekanan air dari gelombang semen karena adanya tekanan. Sifat rangkak ini perlu dipertimbangkan bagi konstruksi yang terus menerus mendapat beban.

g) Penyusutan

Penyusutan yang terjadi pada beton jika mengalami kekeringan pada waktu proses pengerasan. Penyusutan pada beton terjadi :

- Penyusutan awal beton ketika masih dalam keadaan cair / plastis akibat reduksi dari volume air dengan semen mencapai 1 % dari volume absolute semen kering.
- Penyusutan kering berlanjut dari beton ketika mengeras dan menjadi kering.

h) Sifat Panas Beton

Sifat panas beton diakibatkan karena hydrasi semen oleh air, terutama pada beton yang tebal, panas terkonsentrasi dalam beton. Untuk menghindari panas yang berlebihan, maka diusahakan :

- Penggunaan semen minimum dengan memenuhi persyaratan (kekuatan tetap terpenuhi).

- Penggunaan semen type V akan mengurangi panas hydrasi.

i) Berat Beton

Berat beton terutama dipengaruhi oleh jenis agregat yang digunakan. Untuk beton bendungan yang memakai manfaat berat maka berat beton ini sangat penting. Untuk itu dipakai agregat yang menghasilkan isi beton yang besar.

2.1.2. Bahan-Bahan Penyusun Beton

Bahan campuran beton sangat menentukan baik tidaknya mutu beton yang akan dihasilkan, sehingga para peneliti harus mengadakan eksperimen untuk mendapatkan data-data yang akurat yang bias dijadikan sebagai dasar dalam perencanaan untuk menentukan karakteristik serta perbandingan bahan campuran yang akan digunakan. Seperti yang diketahui bahwa bahan-bahan campuran beton antara lain :

a) Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No:1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Menurut Silvia Sukirman, (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen.



Gambar 2.1 Agregat kasar dan agregat halus

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

a. Sifat-sifat agregat

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Yang menentukan kualitas agregat adalah :

- Gradasi
- Kebersihan
- Kekerasan
- Ketahanan agregat
- Bentuk butir
- Tekstur permukaan
- Porositas

- Kemampuan untuk menyerap air
- Berat jenis, dan
- Daya kelekatan

Sifat agregat tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis batuan. Karakteristik bagian luar agregat, terutama bentuk partikel dan tekstur permukaan memegang peranan penting terhadap sifat beton segar dan yang sudah mengeras. Menurut BS 812 : Part 1:1975, bentuk partikel agregat dapat dibedakan atas :

- Rounded
- Irregular
- Flaky
- Angular
- Elongated
- Flaky & Elongated

b. Klasifikasi Agregat

Agregat dapat diklasifikasikan yaitu: Agregat Halus, Agregat Kasar, Agregat Ringan dan Bahan Pengisi (Filler).

1. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam atau disintegrasi alami dengan diameter minimum 0,075 mm dan maksimum 5 mm, yang mempunyai susunan butiran yang bervariasi. Agregat halus mempunyai kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5% (Departemen Pekerjaan Umum, 1982).

Pasir dibedakan menjadi 3 yaitu :

- Pasir galian yang diperoleh dari permukaan tanah
- Pasir sungai yang diambil dari sungai
- Pasir laut yang diperoleh dari pantai (digunakan dengan petunjuk petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang di akui).

Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu pada Departemen Pekerjaan Umum 1982, maka agregat halus harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir agregat halus tidak boleh pecah dan hancur oleh pengaruh cuaca.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, jika melebihi dari 5% pasir harus dicuci.
- Tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan menambahkan larutan NaOH 3%.
- Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran ragam besarnya, apabila diayak harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
 - a. Tertahan ayakan 4 mm, harus minimum 2%
 - b. Tertahan ayakan 1 mm, harus berkisar 10% berat
 - c. Tertahan ayakan 0,25, harus berkisar antara 80% sampai 90%.

2. Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry dengan ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm (SK SNI T-15-1991 03).

Agregat kasar yang akan dicampurkan dalam adukan beton harus mempunyai syarat mutu yang ditetapkan. Adapun persyaratan batu pecah yang digunakan dalam campuran beton menurut DPU tahun 1982 adalah sebagai berikut :

- Syarat fisik
 - a. Besar butir agregat maksimum, tidak boleh lebih besar dari $1/5$ jarak terkecil bidang-bidang samping dari cetakan, $1/3$ tebal pelat atau $3/4$ dari jarak bersih minimum tulangan.
 - b. Kekerasan yang ditentukan dengan menggunakan bejana Rudeloff tidak boleh mengandung bagian hancur yang tembus ayakan 2 mm lebih dari 16% berat.
 - c. Bagian yang hancur bila diuji dengan menggunakan mesin *Los Angeles* tidak boleh lebih dari 27% berat.
 - d. Kadar lumpur maksimal 1%
 - e. Bagian butir yang panjang dan pipih, maksimum 20% berat, terutama untuk beton mutu tinggi.
- Syarat kimia
 - a. Kekekalan terhadap Na_2SO_4 bagian yang hancur maksimal 12% berat.

- b. Kemampuan bereaksi terhadap alkali harus negatif sehingga tidak berbahaya.

b) Air

Air merupakan komponen yang penting dalam pembuatan beton karena dengan adanya air dapat terjadi reaksi kimiawi dengan semen yang mengakibatkan terjadinya pengikatan dan proses pengerasan.

Kebutuhan kualitas air untuk beton mutu tinggi tidak jauh berbeda dengan air untuk beton normal. Pengerasan beton dipengaruhi oleh reaksi antara semen dan air, sehingga air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Air tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
- b. Air tidak boleh mengandung garam atau zat organik lainnya yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
- c. Air tidak boleh mengandung *Chlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Tujuan utama dari penggunaan air ialah agar tidak terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.

c) Semen

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana , definisi semen adalah bahan perekat yang bias merekatkan bahan-bahan material lain seperti batu koral dan batu

bata hingga membentuk sebuah bangunan. Sedangkan pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim).

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

1. Semen Non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis di alam. Kapur telah digunakan selama berabad-abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan. Hal tersebut terlihat pada piramida-piramida di Mesir yang dibangun 4500 tahun sebelum masehi. Kapur digunakan sebagai bahan pengikat selama zaman Romawi dan Yunani.

Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air.

2. Semen Hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik,

semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen Portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif.

Pada semen hidrolik mengandung kapur hidrolik, sebagian besar 65%-75% bahan kapur hidrolik terbuat dari batu gamping, yaitu kalsium karbonat beserta bahan pengikutnya berupa silika, aluminium, magnesium dan oksida besi.

2.2 Jenis Pengujian Agregat Penyusun Beton

Pengujian karakteristik, dimaksudkan untuk memastikan apakah bahan yang digunakan sesuai dengan standar yang ada atau tidak. Pengujian ini meliputi :

- a. Pemeriksaan analisa saringan (ASTM C - 33)

Tabel 2.1. Ketentuan gradasi Agregat (ASTM C – 136)

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat						
Inc: (in.)	Standar (mm)	Halus	Kasar			Gabungan		
			Ukuran nominal maksimum 1½ in (40 mm)	Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm)	Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm)	Ukuran nominal maksimum 1 ½ in (40 mm)	Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm)	Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm)
2	50,0		100	-	-	100	-	-
1½	37,5		85-100	100	-	95-100	100	-
¾	20,0		0-25	85-100	-	45-80	95-100	-
½	14,0		-	0-70	100	-	-	100
3/8	10,0	100	0-5	0-25	85-100	-	-	95-100
5/16	5,0	85-100		0-5	0-25	25-50	35-55	30-65
No.8	2,36	60-100			0-5	-	-	20-50
No.16	1,18	30-100				-	-	15-40
No.30	600µm	15-100				8-30	10-35	10-30
No.50	300 µm	5-70				-	-	5-15
No.100	150 µm	0-15				0-8*	0-8*	0-8*

Sumber : ASTM C 136

- b. Kadar lumpur sesuai dengan (ASTM C - 117)

Tabel 2.2. Ketentuan kadar lumpur (ASTM C – 117)

Jenis Agregat	Interval (%)	Keterangan
Agregat kasar	0,2% - 1%	Syarat terpenuhi
Agregat halus	0,2% - 5%	Syarat terpenuhi

Sumber : ASTM C 117

- c. Kadar air sesuai dengan (ASTM C - 556)

Tabel 2.3. Ketentuan kadar air (ASTM C – 556)

Jenis Agregat	Interval (%)	Keterangan
Agregat kasar	0,5% - 2%	Syarat terpenuhi
Agregat halus	3% - 5%	Syarat terpenuhi

Sumber : ASTM C 556

- d. Absorpsi sesuai dengan (ASTM C - 129)

Tabel 2.4. Ketentuan Absorpsi (ASTM C – 129)

Jenis Agregat	Interval (%)	Keterangan
Agregat kasar	0,2% - 4%	Syarat terpenuhi
Agregat halus	0,2% - 2%	Syarat terpenuhi

Sumber : ASTM C 129

- e. Berat Jenis sesuai dengan (ASTM C - 128)

Tabel 2.5. Ketentuan Absorpsi (ASTM C – 129)

Jenis Agregat	Interval (%)	Keterangan
Agregat kasar		
a. Bj. Nyata	1,6% - 3,2%	Syarat terpenuhi

b. Bj. Dasar kering	1,6% - 3,2%	Syarat terpenuhi
c. Bj. Kering permukaan	1,6% - 3,2%	Syarat terpenuhi
Agregat halus		
a. Bj. Nyata	1,6% - 3,2%	Syarat terpenuhi
b. Bj. Dasar kering	1,6% - 3,2%	Syarat terpenuhi
c. Bj. Kering permukaan	1,6% - 3,2%	Syarat terpenuhi

Sumber : ASTM C 128

f. Berat isi sesuai dengan (ASTM C – 29)

Tabel 2.6. Ketentuan berat isi (ASTM C – 29)

Jenis Agregat	Interval (%)	Keterangan
Agregat kasar		
a. Kondisi Lepas	1,4% - 1,9% Kg/liter	Syarat terpenuhi
b. Kondisi Padat	1,4% - 1,9% Kg/liter	Syarat terpenuhi
Agregat halus		
c. Kondisi Lepas	1,6% - 1,9% Kg/liter	Syarat terpenuhi
d. Kondisi Padat	1,6% - 1,9% Kg/liter	Syarat terpenuhi

Sumber : ASTM C 29

2.3 Mix Design Beton Normal

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode DOE (Department of Environment) berasal dari Inggris (The British Mix Design Method), tercantum dalam Design of Normal Concrete Mixes telah menggantikan Road Note No.4 sejak tahun 1975. Di Indonesia DOE digunakan sebagai standar perencanaan Dinas Pekerjaan Umum dan

dimuat dalam buku standar SNI 03-2384-2000. Metode ini digunakan karena merupakan metode yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil yang akurat diantaranya penggunaan rumus dan grafik, waktu pencampuran beton pada kondisi SSD tanpa harus kering oven. Langkah metode ini secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

a) Penentuan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c')

Penentuan kuat tekan ini disyaratkan dengan perencanaan struktural dan kondisi setempat.

b) Penetapan nilai deviasi standar (s)

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaannya maka semakin kecil nilai deviasi standarnya. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji sehingga dilakukan koreksi terhadap nilai standar deviasi dengan suatu faktor perkalian pada tabel 2.7 berikut ini.

Table 2.7 Faktor perkalian deviasi standar

Jumlah Data	30	25	20	15	< 15
Faktor Pengali	1.0	1.03	1.08	1.16	Tidak boleh

Sumber : Buku petunjuk praktikum teknologi bahan universitas jember dalam M. Ainur Rofiqi, 2015

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan / pengalaman hasil pengujian beton pada sebelumnya yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil pengujian kurang dari 15 buah), maka nilai margin

dapat langsung diambil 7 MPa. Penilaian tingkat pengendalian mutu pekerjaan beton dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.8 Daftar Deviasi Standar

Indonesia			Inggris		
Isi pekerjaan	Deviasi Standar Sr (kg/cm ²)			Tingkat pekerjaan	Sr Mpa
Satuan jumlah beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima	Memuaskan	2.80
				Baik sekali	3.50
Kecil < 1000	45<Sr<55	55<Sr<65	65<Sr<85	Baik	4.20
Sedang 1000-3000	35<Sr<45	45<Sr<55	65<Sr<75	Cukup	5.60
Besar > 3000	25<Sr<35	35<Sr<45	45<Sr<65	Jelek	7.00
				Tanpa kendali	8.40

Sumber : *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas 45 Makassar*

c) Perhitungan nilai tambah (margin)

Jika nilai tambah sudah ditetapkan 12, maka langsung ditetapkan kuat tekan rata-rata rencana (langkah D). Nilai tambah dapat dihitung berdasarkan nilai deviasi standar dengan rumus :

$$M = k \times S$$

Dengan : $M =$ Nilai Tambah

$$k = 1.34$$

$$Sd = \text{Standar Deviasi (MPa)}$$

d) Menetapkan kuat tekan rata-rata rencana.

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan dapat digunakan

rumus :

$$a. F'c = f'cr + 1.345$$

$$b. F'c = f'cr - \dots + 2.35$$

(SNI 2847.2013)

dengan : $f'cr$ = kuat tekan rata-rata.

$f'c$ = kuat tekan yang disyaratkan.

M = nilai tambah.

Tabel 2.9. Nilai Margin jika Data tidak tersedia untuk menetapkan Deviasi Standar.

Persyaratan Kuat Tekan, $f'c$, MPa	Margin (m), MPa
Kurang dari 21 Mpa	7,0
21 s/d 35 Mpa	8,5
Lebih dari 35 Mpa	10,0

Sumber : Ketentuan umum rancang campur menurut SNI 03-2847-2013

e) Menetapkan jenis semen yang digunakan dalam campuran.

Jenis atau type semen yang dipakai harus dinyatakan dalam design campuran beton. Umumnya semen type I dan III yang banyak dipakai yaitu semen cepat mengeras (pengikatan awal rendah). Type semen ada lima yaitu : semen type I, II, III, IV, dan V.

Hubungan type semen, kuat tekan, umur beton dan jenis agregat dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.10 Perkiraan Kuat Tekan Beton Pada FAS 0.50

Type semen	Jenis agregat kasar	Kuat tekan pada umur (hari) kg/cm ²			
		3	7	28	91
Semen Portland type I	Alami	200	280	400	480
	Batu pecah	300	320	450	540
Semen Portland type III	Alami	250	340	460	530
	Batu pecah	300	400	530	600

Sumber : *Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas Bosowa Makassar*

f) Menetapkan jenis agregat halus dan agregat kasar.

Penetapan jenis agregat yang akan digunakan apakah menggunakan pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.11.

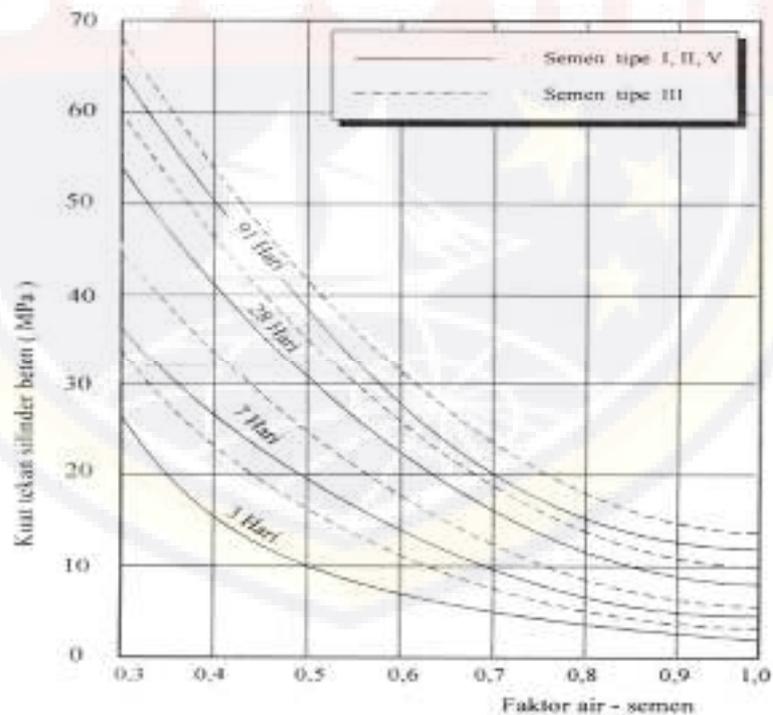
Tabel 2.11 Type Agregat Dan Perkiraan Kadar Air Bebas

Slump (mm)		0 – 10	10 - 30	30 - 60	60 – 180
V.B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 – 3
Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis agregat	Kadar air bebas dalam (kg / m ³)			
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225

40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : Buku Panduan Laboratorium Struktur Dan Bahan Universitas Bosawa Makassar

- g) Menetapkan faktor air semen.
- Menetapkan FAS berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata selinder/kubus dengan umur rencana.
 - Menetapkan berdasarkan jenis semen dan agregat yang digunakan dan kuat tekan rata-rata pada umur yang direncanakan. Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai fas dalam rancangan campuran) dapat dilihat pada grafik berikut:



Sumber : Ketentuan umum rancang campur menurut SNI 03-2847-2013

Grafik 2.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton.

h) Menetapkan faktor air semen maksimum.

Jika nilai FAS maksimum lebih rendah dari nilai FAS sebelumnya (langkah G) maka nilai yang diambil adalah FAS maksimum.

i) Penetapan kadar air bebas

Penetapan besar kadar air bebas (air yang diluar air jenuh) ditetapkan berdasarkan nilai slump yang dipilih, ukuran maksimum agregat, dan type agregat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.11.

Apabila digunakan jenis agregat halus dan agregat kasar yang berbeda (alami dan batu pecah), maka perkiraan kebutuhan jumlah air per- m^3 beton harus disesuaikan menggunakan persamaan berikut:

$$A = (0,67 \times A.h) + (0,33 \times A.k)$$

Dimana : A = Perkiraan air per- m^3 beton

A.h = Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat halus

A.k = Kebutuhan air berdasarkan jenis agregat kasar

j) Penetapan nilai slump

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk ancang-ancang slump dapat dijadikan patokan seperti pada tabel penetapan nilai slump tergantung dari :

- Cara pengangkutan (belt conveyer, pompa, gerobak, dan lain-lain.)
- Cara pengecoran atau penuangan pada acuan.
- Cara pemadatan atau penggetaran (alat getar / triller, hand vibrator).

- Jenis atau tujuan struktur.

k) Penetapan kadar semen (kg / m³) beton.

Penetapan kadar semen perlu per m³ beton (kg / m³) digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Semen} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}}$$

l) Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan.

Perkiraan berat jenis gabungan agregat kasar dan agregat halus dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

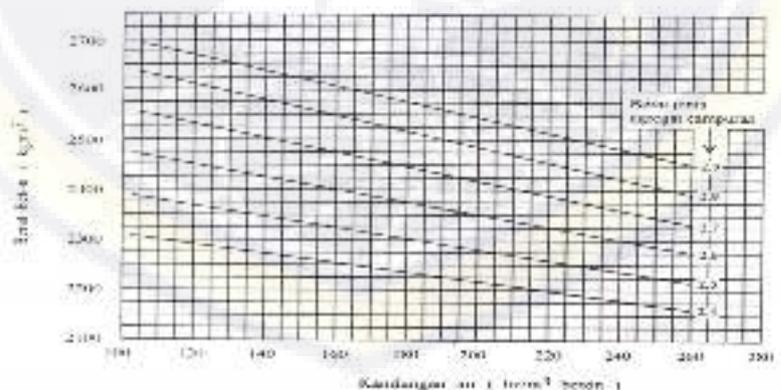
$$B_{js} \text{ gabungan} = a\% \times B_{j} \text{ Spesifik pasir} + b\% \times B_{j} \text{ Spesifik kerikil}$$

Dimana = a% = persentase penggabungan agregat halus terbaik

= b% = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

m) Penentuan berat volume beton segar (basah).

Menentukan berat volume beton segar berdasarkan hasil perhitungan berat jenis agregat campuran dan kebutuhan air per-m³ beton dengan grafik. Dapat dilihat dari grafik berikut:



Sumber : Ketentuan umum rancang campur menurut SNI 03-2847-2013

Grafik 2.3. Hubungan Kandungan air, Berat jenis campuran dan Berat beton.

n) Penetapan proporsi agregat.

$$\text{Berat agregat halus } A = a\% \times (D - W_s - W_a)$$

$$\text{Berat agregat kasar } B = b\% \times (D - W_s - W_a)$$

Dimana : $a\%$ = Persentase penggabungan agregat halus

$B\%$ = Persentase penggabungan agregat kasar

D = Berat volume beton basah (kg/m^3)

W_s = Kadar semen (kg/m^3) beton

W_a = Kadar air bebas (kg/m^3) beton

o) Hasil rancangan campuran beton teoritis (bahan kondisi SSD).

Campuran beton teoritis adalah porsi campuran dimana agregat masih dalam kondisi SSD (masih sulit untuk pelaksanaan dilapangan)

yaitu :

Air = W_a (kg/m^3) beton

Semen = W_s (kg/m^3) beton

Pasir = A (kg/m^3) beton

Kerikil = B (kg/m^3) beton

Berat komponen beton teoritis adalah berat kondisi SSD (agregat kondisi jenuh air / kering permukaan), jadi masih perlu diperbaiki (dikoreksi) terhadap kondisi agregat lapangan saat mau dilaksanakan pengecoran.

p) Koreksi campuran beton.

Untuk penyesuaian takaran berat agregat sesuai kondisinya pada saat akan dicampur, maka perlu dikoreksi agar pengambilan agregat untuk dicampur dapat langsung diambil. Dimaksudkan koreksi tersebut adalah koreksi terhadap kadar air sesaat agregat (kondisi agregat tidak selamanya SSD seperti pada hasil campuran teoritis.

Koreksi campuran beton ada dua macam sebagai berikut :

- Koreksi secara eksak (rasionil)

Uraian rumus :

BK = berat kering mutlak (oven)

BL = berat lapangan (sesuai kondisi agregat)

W% = kadar air agregat (sesuai kondisi agregat)

R% = resapan agregat (terhadap berat kering)

Uraian rumus koreksi cara eksak (berdasarkan definisi persen resapan air dan persen kadar air) :

$$BL = BK + W\% \times BL \rightarrow BL - (W\% \times BL) = BK$$

$$(1 - W\%) \times BL = BK$$

$$\rightarrow BL = \frac{BK}{1 - W\%} \dots\dots\dots a)$$

$$BK = SSD - R\% \times BK \rightarrow BK + R\% \times BK = BSSD$$

$$(1 + R\%) \times BK = BSSD$$

$$\rightarrow BK = \frac{BSSD}{(1 + R\%)} \dots\dots\dots b)$$

Dengan menggunakan persamaan (a) dan (b) diperoleh :

$$\rightarrow BL = \frac{BSSD}{(1 + R\%) \times (1 - W\%)}$$

.dengan memakai index p untuk pasir dan index k untuk kerikil
maka diperoleh rumusan koreksi secara eksak sebagai berikut :

Berat koreksi pasir (p)

$$BLp = \frac{BSSDp}{(1+Rp\%) \times (1-Wp\%)} \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Berat koreksi kerikil (k)

$$BLk = \frac{BSSDk}{(1+Rk\%) \times (1-Wk\%)} \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Sehingga berat komponen beton setelah dikoreksi (kg/m³)

beton:

$$\text{Semen} = Ws$$

$$\text{Pasir} = BLp$$

$$\text{Kerikil} = BLk$$

$$\text{Air} = \text{Kadar air bebas} + (A - BLp) + (B - BLk)$$

Berat komponen diatas merupakan takaran berat, untuk pelaksanaan dilapangan dan dengan masing-masing berat volumenya akan diperoleh takaran volume.

- Koreksi cara pendekatan (estimate)

Koreksi ini berdasarkan nilai pendekatan (estimate), karena pengertian definisi resapan dan kadar air berorientasi berat lapangan.

Koreksi tersebut adalah :

$$\text{Semen} = Ws \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

$$\text{Pasir} = BLp = A - (Rp\% - Wp\%) \times A/100 \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

$$\text{Kerikil} = BLk = B - (Rk\% - Wk\%) \times B/100 \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

$$\text{Air} = \text{kadar air bebas} + (A - BLp) + (BLk) \text{ (kg/m}^3\text{) beton}$$

Dalam hal ini A dan B merupakan berat SSD dari pasir dan kerikil.

2.4 Nilai Slump

Nilai slump digunakan untuk mengukur tingkat kelecikan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (workability). Semakin besar nilai slump, maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan.

Sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.

Tabel 2.12 Penetapan nilai slump adukan beton

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi, pondasi telapak bertulang	12.5	5
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur bawah tanah	9	2.5
Pelat, balok, kolom, dinding	15	7.5
Perkerasan jalan	7.5	5
Pembetonan masal (beton massa)	7.5	2.5

Sumber : Ketentuan umum rancang campur SNI 03-2847-2013

2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan tingkat atau derajat kekuatan suatu material terhadap gaya tekan dari luar yang membebaniya. Kuat tekan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana :

F'c = Kuat tekan (MPa)

Pmaks = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji tertekan (mm²)

Beton yang baik adalah jika beton tersebut memiliki kuat tekan yang tinggi, dengan kata lain mutu beton ditinjau hanya dari kuat tekannya saja (Tjokrodimulyo, 1996). Kuat tekan beton dinyatakan dengan tegangan tekan maksimum $f'c$ dengan satuan N/m² atau MPa (Mega Pascal). Kuat tekan beton pada umur 28 hari berkisar antara nilai \pm 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan 17-30 MPa (Dipohusodo, 1994).

Nilai Kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton sampai hancur.

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk kubus atau

silinder. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh factor perbandingan air semen (w/c).

Umumnya kuat tekan maksimum tercapai pada saat nilai satuan regangan tekan ϵ' mencapai $\pm 0,002$. Selanjutnya nilai tegangan f_c' akan turun dengan bertambahnya nilai regangan sampai benda uji hancur pada nilai ϵ' mencapai 0,003-0,005. Beton dengan kuat tekan tinggi lebih getas dan akan hancur pada nilai regangan maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan beton kuat tekan rendah.

Pada umumnya nilai kuat tekan maksimum untuk mutu beton tertentu akan berkurang pada tingkat pembebanan yang lebih lambat atau *slower rates of strain*. Nilai Kuat tekan beton beragam sesuai dengan umurnya dan biasanya nilai kuat tekan beton ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari setelah pengecoran. Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan beton mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85-90% dari kuat tekan beton umur 28 hari.

2.5.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kuat tekan

a) Faktor air semen (FAS) dan kepadatan

Berfungsi memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan terjadinya pengerasan, sebagai pelican campuran kerikil, pasir dan semen dalam mempermudah pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya. Semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan

beton. Namun demikian nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi.

b) Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut.

c) Jenis dan kualitas semen

Ada berbagai jenis semen yang dapat digunakan dalam pembuatan beton, misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat hancurnya 24 jam sama dengan semen portland biasa pada umur 28 hari.

d) Jenis dan lekuk bidang permukaan agregat

Kenyataannya menunjukkan bahwa penggunaan agregat batu pecah akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan batu koral dari sungai.

Tegangan dimana retak terbentuk sebagian besar tergantung pada sifat agregat kasar. Kerikil yang licin menimbulkan tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan batu pecah yang kasar dan bersudut karena lekatan mekanis dipengaruhi oleh sifat-sifat permukaan dan bentuk agregat kasar.

e) Perawatan (curing)

Perawatan berfungsi untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama yang disebabkan oleh suhu. Sifat beton yang akan

dihasilkan, terutama dari segi kekuatannya ditentukan oleh alat dan bahan yang digunakan pada proses curing.

2.6 Bahan Tambah

2.6.1 Kalsium karbonat

Beton merupakan salah satu komponen struktur bangunan yang sering digunakan dalam proyek bidang teknik sipil. Beton merupakan pencampuran dari bahan-bahan seperti agregat kasar atau kerikil, agregat halus atau pasir, dengan menambahkan bahan perekat semen dan air sebagai bahan selama proses perawatan dan pengerasan beton berlangsung. Kekuatan beton sangat penting dalam struktur bangunan. Untuk mencapai kekuatan beton yang direncanakan, kebutuhan jumlah semen menentukan. Semen dalam beton menjadi sangat penting karena sebagai bahan perekat antara agregat kasar dan agregat halus. Fungsi semen yang merupakan bahan susun beton yang paling mahal. Oleh karena itu, diperlukan bahan substitusi atau pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton yaitu kalsium karbonat. Penelitian ini bertujuan mengkaji substitusi kalsium karbonat sebagai pengganti sebagian semen. Prosentase kadar kalsium karbonat pada penelitian ini sebesar 0%, 5%, 7,5% dan 10%.

Penelitian ini dimulai dengan pengujian modulus kehalusan butir kalsium karbonat buatan dan kadar air kalsium karbonat kemudian dilanjutkan dengan pengujian terhadap material lainnya. Langkah selanjutnya adalah pembuatan benda uji berupa silinder beton dengan

ukuran 150 mm x 300 mm berjumlah 9 buah untuk beton tanpa kalsium karbonat dan beton dengan kalsium karbonat. Pengujian untuk beton tersebut dilakukan dengan dua cara yaitu dengan *Hammer* dan alat uji tekan. Pengujian *Hammer* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari sedangkan uji tekan dilakukan saat beton berumur 7 dan 28 hari.

Hasil penelitian dengan uji *Hammer* pada umur 28 hari menunjukkan bahwa kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 0% sebesar 15,98 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 5% sebesar 16,51 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 7,5% sebesar 14,48 MPa dan kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 10% sebesar 17,74 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari, beton dengan kalsium karbonat 0% menghasilkan kuat tekan rerata 30,234 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 5% sebesar 35,519 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 7,5% sebesar 29,852 MPa dan kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 10 % sebesar 31,688 MPa. (Wijaya Deny, 2013)

2.6.2 Tras

Tras adalah bahan galian yang termasuk ke dalam golongan bahan galian C atau industri (PP No. 27/1980 tentang Penggolongan Bahan Galian). Bahan galian trass yang terdapat di alam umumnya berasal dari batuan piroklastik dengan komposisi andesitis yang telah mengalami pelapukan secara intensif sampai dengan derajat tertentu .

Proses pelapukan berlangsung disebabkan oleh adanya air yang mengakibatkan terjadinya pelolosan (leaching) pada sebahagian besar komponen basa seperti : CaO, MgO dan NaO yang dikandung oleh mineral-mineral batuan asal. Komponen CaO yang mengalami proses paling awal kemudian disusul dengan komponen berikutnya sesuai dengan mineral pembentuk batuan dalam reaksi seri Bowen. Dengan terjadinya proses pelolosan tersebut, maka akan tertinggal komponen-komponen SiO₂, Al₂O₃ yang aktif yaitu yang akan menentukan mutu dari endapan trass yang terjadi pada masa berikutnya . Jumlah komponen-komponen aktif ini sebanding atau sesuai dengan derajat pelapukan dari batuan asal disamping faktor waktu turut berperan pada tingkat proses pelapukan yang terjadi secara terus menerus sepanjang waktu.

Trass mempunyai sifat pozzolan, yaitu sifat yang sama yang dimiliki oleh semen. Dari hasil penelitian (Dinas Pertambangan Kabupaten Lombok Barat 2003) menunjukkan bahwa tras dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, salah satunya adalah digunakan sebagai bahan pembuatan batako. Batako yang terbuat dari bahan dasar trass secara fisik dan mekanik mempunyai kemampuan yang tidak jauh berbeda dengan batako yang terbuat dari bahan dasar pasir. Bahkan pada pembuatan batako trass membutuhkan campuran semen yang lebih sedikit (1:20 sampai dengan 1:24) dari pada batako yang berbahan dasar pasir.

2.7 Penelitian Terdahulu

1. Deny , Wijaya (2013) *KAJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN KALSIUM KARBOHAT SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN PORTLAND CEMENT*. S1 thesis, UNY.

Beton merupakan salah satu komponen struktur bangunan yang sering digunakan dalam proyek bidang teknik sipil. Beton merupakan pencampuran dari bahan-bahan seperti agregat kasar atau kerikil, agregat halus atau pasir, dengan menambahkan bahan perekat semen dan air sebagai bahan selama proses perawatan dan pengerasan beton berlangsung. Kekuatan beton sangat penting dalam struktur bangunan. Untuk mencapai kekuatan beton yang direncanakan, kebutuhan jumlah semen menentukan. Semen dalam beton menjadi sangat penting karena sebagai bahan perekat antara agregat kasar dan agregat halus. Fungsi semen yang merupakan bahan susun beton yang paling mahal. Oleh karena itu, diperlukan bahan substitusi atau pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton yaitu kalsium karbonat. Penelitian ini bertujuan mengkaji substitusi kalsium karbonat sebagai pengganti sebagian semen. Prosentase kadar kalsium karbonat pada penelitian ini sebesar 0%, 5%, 7,5% dan 10%. Penelitian ini dimulai dengan pengujian modulus kehalusan butir kalsium karbonat buatan dan kadar air kalsium karbonat kemudian dilanjutkan dengan pengujian terhadap

material lainnya. Langkah selanjutnya adalah pembuatan benda uji berupa silinder beton dengan ukuran 150 mm x 300 mm berjumlah 9 buah untuk beton tanpa kalsium karbonat dan beton dengan kalsium karbonat. Pengujian untuk beton tersebut dilakukan dengan dua cara yaitu dengan Hammer dan alat uji tekan. Pengujian Hammer dilakukan pada saat beton berumur 28 hari sedangkan uji tekan dilakukan saat beton berumur 7 dan 28 hari. Hasil penelitian dengan uji Hammer pada umur 28 hari menunjukkan bahwa kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 0% sebesar 15,98 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 5% sebesar 16,51 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 7,5% sebesar 14,48 MPa dan kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 10% sebesar 17,74 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari, beton dengan kalsium karbonat 0% menghasilkan kuat tekan rerata 30,234 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 5% sebesar 35,519 MPa, kuat tekan rerata beton dengan kalsium karbonat 7,5% sebesar 29,852 MPa dan kuat tekan rata-rata beton dengan kalsium karbonat 10 % sebesar 31,688 MPa.

2. Latifatul mala (2011) **PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN CAMPURAN TRAS DENGAN PASIR PADA BERBAGAI PROSENTASE.**S1 Thesis. Universitas Jember.

Sumber daya alam merupakan aset kekayaan negara yang perlu dikelola dengan baik untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Tras adalah salah satu jenis pertambangan batuan yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bentuk fisik tras yang kompak menghasilkan tras yang keras namun mudah dibentuk karena mineral tras yang memiliki butiran kecil. Seiring perkembangan waktu, tras yang ada banyak dimanfaatkan sebagai pasir urug ataupun batu dinding. Jumlah benda uji untuk masing-masing perlakuan dibuat sebanyak 15 buah beton dan berbentuk kubus (15 cm x 15 cm). Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton pada campuran 0% tras – 100% pasir = 188.39 kg/cm², 25% tras – 75% pasir = 179.722 kg/cm², 50% tras – 50% pasir = 177.185 kg/cm², 75% tras – 25% pasir = 169.689 kg/cm², 100% tras – 0% pasir = 152.974 kg/cm². Jadi, semakin banyak campuran tras sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pencampuran tras pada beton berpengaruh terhadap pengujian slump test, semakin banyak campuran tras semakin banyak penambahan airnya. Dari perhitungan mix desain penambahan airnya sekitar ½ liter sampai 1½

3. Nasyiin Faqih dan Chelmi Ahmad (2014) TINJAUAN PEMANFAATAN TRASS SEBAGAI BAHAN PENGGANTI

SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON. S1 Thesis.
Universitas Sains Al-Qur'an.

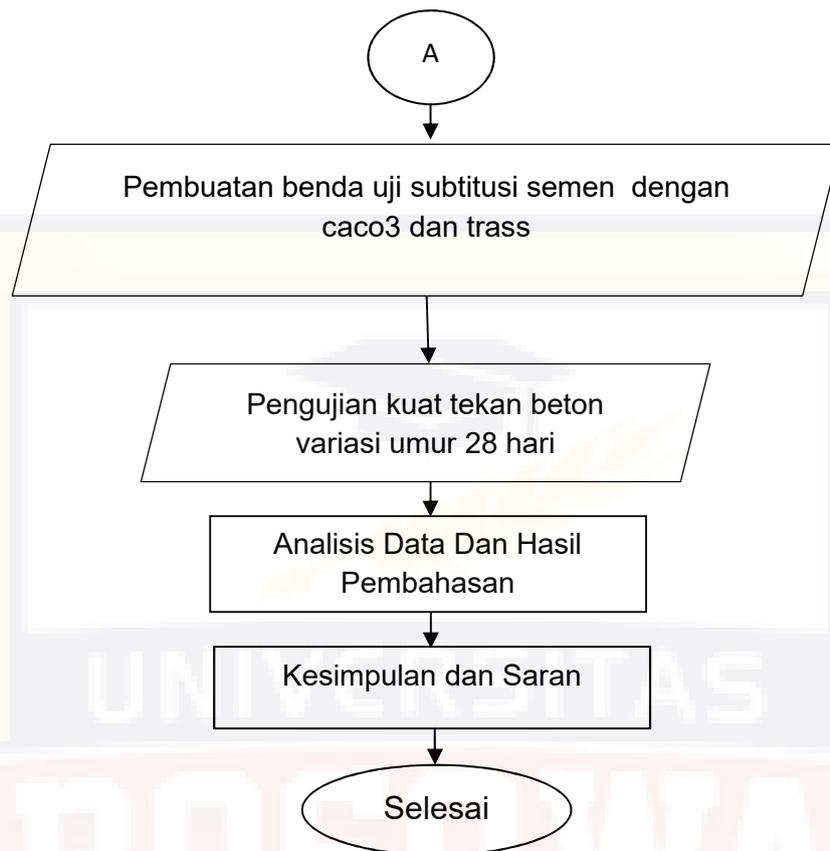
Kerusakan akibat bencana alam telah mengakibatkan banyak kerugian. Akan tetapi sisa-sisa kerusakan bangunan (Trass) dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Tahapan-tahapan dilaksanakan dari persiapan material, alat uji dan persiapan laboratorium. Semua bahan ditinjau melalui pengawasan yang baik. Semua material yang sudah ditakar di campur dan menghasilkan adukan. Selanjutnya dicetak membentuk satu kesatuan padat direndam dalam masa perawatan. Komposisi trass berkisar antara 10%, 15%, 20% dan 30%. Setelah dilakukan pengujian kuat tekan pada beton bersubstitusi disimpulkan bahwa yang mempunyai nilai maksimal hanya pada beton dengan komposisi trass 10% dan 15%, pada konversi umur 28 hari dengan nilai $f'c$: 20,02 MPa dan $f'c$: 19,38 Mpa

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian





3.2 Tujuan Pengujian Penelitian.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan tinjauan pustaka untuk mencari bahan referensi tentang beton yang menggunakan tras dan kalsium karbonat. Dalam hal ini, referensi tentang beton yang menggunakan tras dan kalsium karbonat di Universitas Bosowa Makassar ternyata sangat jarang sehingga referensi yang dipakai lebih banyak berdasarkan hasil penelitian dari luar universitas Bosowa Makassar, yang berupa jurnal-jurnal dan penelitian yang dilakukan oleh beberapa institusi.

- Gambaran umum penelitian ini adalah pembuatan beton trass dan kalsium karbonat sebagai substitusi semen dari mulai pengujian agregat, menentukan komposisi campuran, pengujian kuat tekan.

3.3. Jenis Pengujian

Tabel 3.1 Jenis Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Standar Yang Digunakan
1.	Analisa Saringan	SNI 2847-2013
2.	Berat Jenis	SNI 2847-2013
3.	Berat Isi	SNI 2847-2013
4.	Kadar Air	SNI 2847-2013
5.	Bahan yang Lolos Saringan 200	SNI 2847-2013

Tabel 3.2 Jenis Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Standar Yang Digunakan
1.	Analisa Saringan	SNI 2847-2013
2.	Berat Jenis	SNI 2847-2013
3.	Berat Isi	SNI 2847-2013
4.	Kadar Air	SNI 2847-2013
5.	Bahan yang Lolos Saringan 200	SNI 2847-2013

3.4. Variabel Penelitian

Variabel adalah atribut dari sekelompok objek yang mempunyai variasi antar satu objek dengan objek lainnya dalam kelompok tersebut sebagai mana yang telah dikemukakan oleh Sugiyono (2002:2). Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas adalah variasi yang dipelajari pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas penelitian ini adalah penambahan persentase tras dan CaCO_3 . Semen. Dan C
2. Variabel terikat, variabel yang keadaannya akibat variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah besarnya persentase Factor Air Semen (FAS). Analisa saringan kasar dan halus.

3.5. Notasi Dan Jumlah Sampel

Tabel 3.3 Notasi Dan Jumlah Sampel

Notasi Sampel	Perbandingan semen dan kalsium karbonat			jumlah sampel
	Semen	Tras	kalsium karbonat	
BN	100	0	0	20
BV I	95	0	5	3
BV II	90	5	5	3
BV III	85	10	5	3
BV IV	80	15	5	3
BV V	75	20	5	3
jumlah				35

3.6. Metode Analisis

1. Hubungan antara kadar air semen dan CaO
2. Hubungan antara kadar semen dan variasi trass dan CaO



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

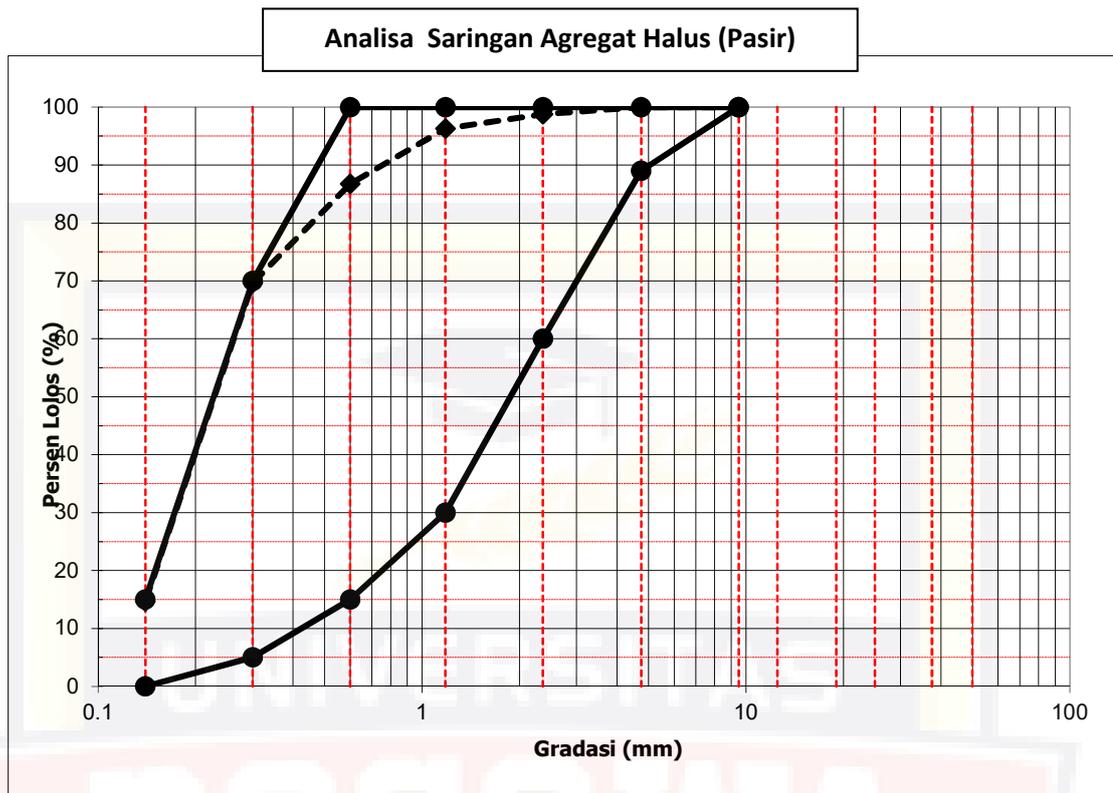
4.1. Karakteristik Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari bili-bili (Gowa). Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. untuk agregat halus, Tabel 4.2 untuk agregat kasar batu pecah 1-2 dan Tabel 4.3 untuk agregat kasar batu pecah 2-3 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Pasir)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0,2% - 6%	5,88%	Memenuhi
3	Kadar air	3% - 5%	3,77%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.4 - 1.9	1,48	Memenuhi
	b. Padat	1.4 - 1.9	1,606	Memenuhi
5	Absorsi	0.2% - 2%	1,36%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,58%	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2,65%	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2,76%	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



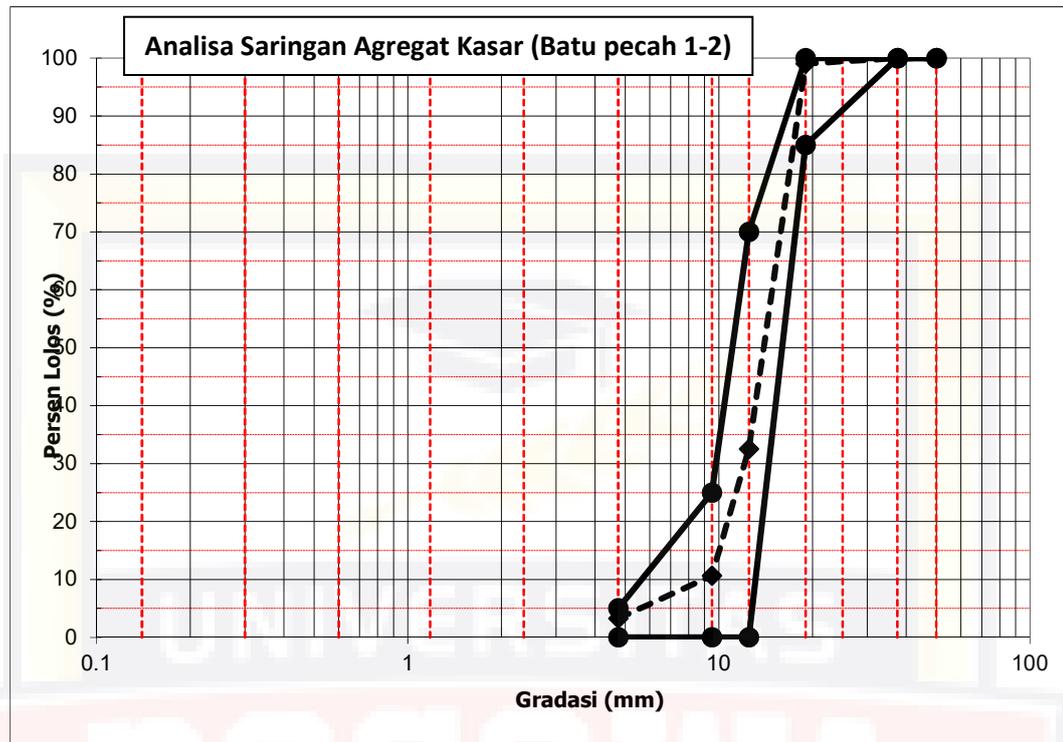
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Gambar 4.1 Analisa saringan agregat halus (Pasir)

Tabel. 4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 1-2)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
			BP 1-2	
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2 - 1%	0,45%	Memenuhi
3	Kadar air	0.5 - 2%	1,70%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.6 - 1.9	1,61	Memenuhi
	b. Padat	1.6 - 1.9	1,70	Memenuhi
5	Absorsi	0.2% - 4%	2,26	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,51	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2,56	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2,66	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



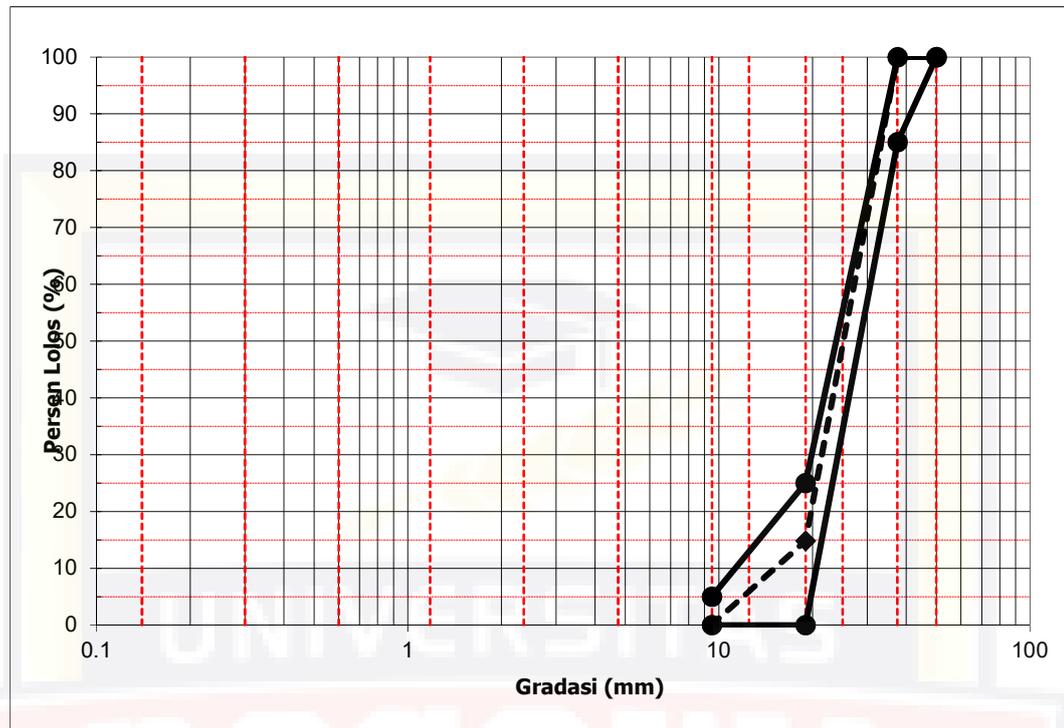
Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Gambar 4.2 Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 1-2)

Tabel 4.3 Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Bp 2-3)

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
			BP 2-3	
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0.2 - 1%	0,88%	Memenuhi
3	Kadar air	0.5 - 2%	1,61%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.6 - 1.9	1,72	Memenuhi
	b. Padat	1.6 - 1.9	1,85	Memenuhi
5	Absorsi	0.2% - 4%	1,52	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	2,57	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2,61	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2,67	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Gambar 4.3 Analisa saringan agregat kasar (batu pecah 2-3)

Dari tabel diatas menunjukkan semua karakteristik dari agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat spesifikasi. Hal ini berarti agregat kasar dan agregat halus tersebut baik dijadikan bahan dalam pembuatan campuran beton.

4.2. Perencanaan Campuran Beton

4.2.1. Perencanaan Campuran Beton Normal

Perencanaan campuran beton dilaksanakan dengan menggunakan metode DOE (Department of Environment). Adapun hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Data hasil perhitungan mix design beton normal 20 Mpa

Nilai Slump	8 ± 2 cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20 Mpa
Deviasi standar	-
Nilai tambah (margin)	7,00
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	27 Mpa
Faktor air semen bebas (Fas)	0,53
Faktor air semen maksimum	0,60
Kadar air bebas	152 kg/m ³
Kadar semen maksimum	286 kg/m ³
Kadar semen minimum	275 kg/m ³
Berat isi beton	2375
Berat agregat gabungan	1959,17 kg/m ³
Berat agregat halus (pasir)	685,71 kg/m ³
Berat agregat kasar	1273,46 kg/m ³
Berat jenis gabungan	2,55 kg/m ³

Sumber : Hasil perhitungan Mix design f'c = 20 Mpa.

- Perhitungan volume benda uji (silinder 15 x 30 cm).
$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$
$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30 \text{ m}$$
$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$
- Perhitungan untuk 1 benda uji
$$V = 0,0053 \text{ m}^3 \times 1 \times 1,2 \text{ (faktor kehilangan)}$$
$$V = 0,0064 \text{ m}^3$$
- Hasil perhitungan mix design beton normal untuk 20 benda uji

Tabel 4.5 Data perhitungan mix design

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)	BERAT UTK 5 SAMPEL (kg)
Air	151,67	0,0064	0,96	4,82
Semen	286,16	0,0064	1,82	9,10
Pasir	646,53	0,0064	4,11	20,55
B. P 2-3	666,12	0,0064	4,24	21,18
B. P 1-2	646,53	0,0064	4,11	20,55

Sumber : Hasil perhitungan

4.3 Karakteristik Pasir Yang Digunakan

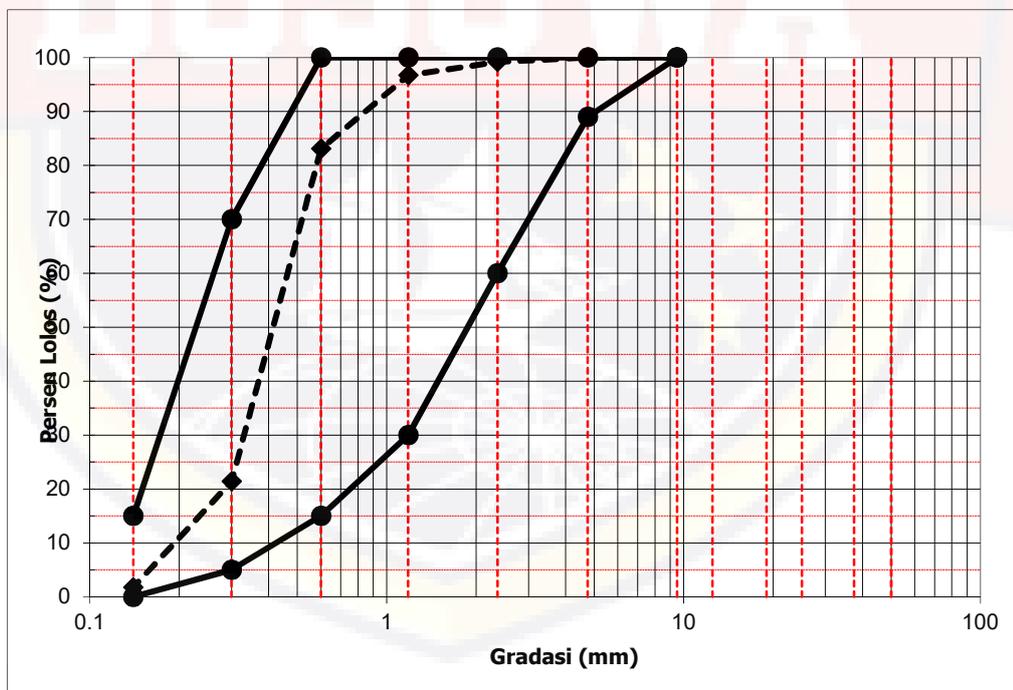
Pasir laut yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diambil dari pantai Pattene, Kabupaten Maros. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. untuk agregat halus yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Pasir.

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0,2% - 6%	4,35%	Memenuhi
3	Kadar air	3% - 5%	0,78%	Memenuhi

4	Berat Isi			
	a. Lepas	1.4 - 1.9	1,370	Memenuhi
5	b. Padat	1.4 - 1.9	1,476	Memenuhi
	Absorsi	0.2% - 2%	5,04%	Tidak Memenuhi
	Berat jenis spesifik			
6	a. Bj. Nyata	1.6 - 3.2	1,92%	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1.6 - 3.2	2,20%	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	1.6 - 3.2	2,07%	Memenuhi

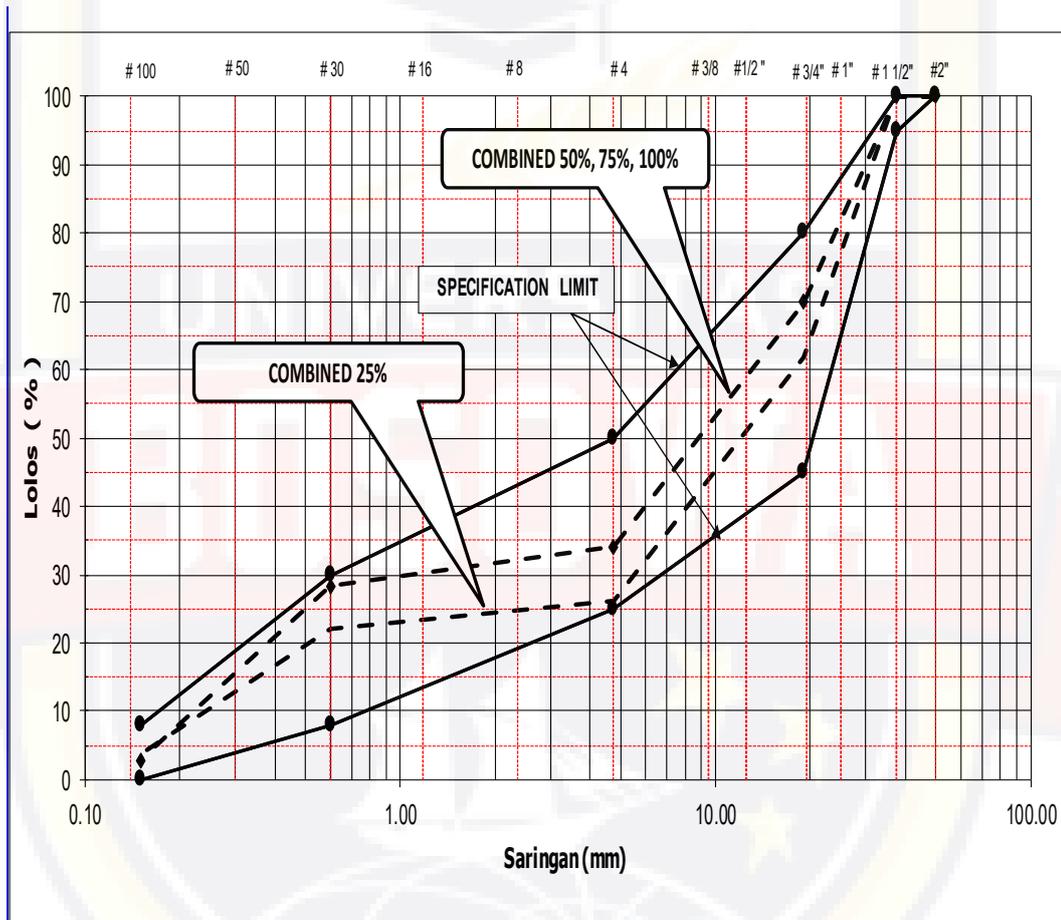
Sumber: hasil perhitungan



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Gambar 4.4 Analisa saringan pasir laut

Dari tabel diatas menunjukkan karakteristik dari pasir laut memenuhi untuk digunakan sebagai agregat halus kecuali absorsinya. Hal ini berarti pasir laut tersebut baik dijadikan bahan dalam pembuatan campuran beton.



Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Gambar 4.5 Analisa combined pasir laut

Dari table diatas menunjukkan bahwa butiran yang ada pada combined pasir laut 25% lebih halus, sehingga membuat nilai kuat tekannya lebih rendah jika dibandingkan dengan combined pasir laut 0%,

50%, 75% dan 100% yang memiliki butiran yang lebih kasar dan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan combined 25%.

4.3.1 Perencanaan Campuran Beton Menggunakan Caco3 dan trass

Komposisi bahan campuran beton Caco3 dan trass dilakukan pendekatan perbandingan kuat tekan pada beton normal. Komposisi beton variasi kerikil alam dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Komposisi campuran beton variasi pasir laut 1 silinder

No	Kode Sampel	caco3 dan Semen (kg)		Trass & Pasir (kg)		Batu Pecah (kg)		Air (kg)
		caco3	Semen	Trass	Pasir	(1-2)	(2-3)	
1	PL-1	0,222	1,998	0	3,86	3,86	3,98	0,960
2	PL-2	0,222	1,998	0,97	2,90	3,86	3,98	0,960
3	PL-3	0,222	1,998	1,93	1,93	3,86	3,98	0,960
4	PL-4	0,222	1,998	2,90	0,97	3,86	3,98	0,960
5	PL-5	0,222	1,998	3,86	0	3,86	3,98	0,960

Sumber : Hasil perhitungan

4.4 Pengujian Slump Test

Pengukuran Slump Test dilakukan untuk mengetahui Keleccakan (workability) adukan beton. Keleccakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat keleccakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Untuk pengujian slump test pada penelitian ini dilakukan sebanyak 5 kali. Hasil pengujian slump test pada beton normal berturut-turut yaitu

sebesar 7 cm, 8 cm, 7 cm dan 9 cm. sehingga material ini memenuhi batas syarat nilai slump test untuk beton yaitu 7 ± 2 cm, sedangkan pada beton variasi yaitu sebesar 4 cm, 6 cm, 6 cm, 6 cm dan 6 cm. Perbedaan nilai slump pada beton variasi pasir laut disebabkan penggunaan air yang dapat merubah ikatan campuran.

Tabel 4.8 Pengujian Slump Test Beton

Pengecoran	Hasil Pengujian (cm)		Rata-rata (cm)	
	Beton Normal	Beton Variasi	Beton Normal	Beton Variasi
I	7	4	7,75	5,6
II	7	6		
III	7	6		
IV	7	6		
V		6		

Sumber : Hasil Pengujian di Lab Teknik Sipil

4.5 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat uji kuat tekan (Compressive Strength). Pada saat benda uji hancur didapatkan beban atau gaya tekan maksimum (P_{maks}) dari benda uji. Data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton (f_c').

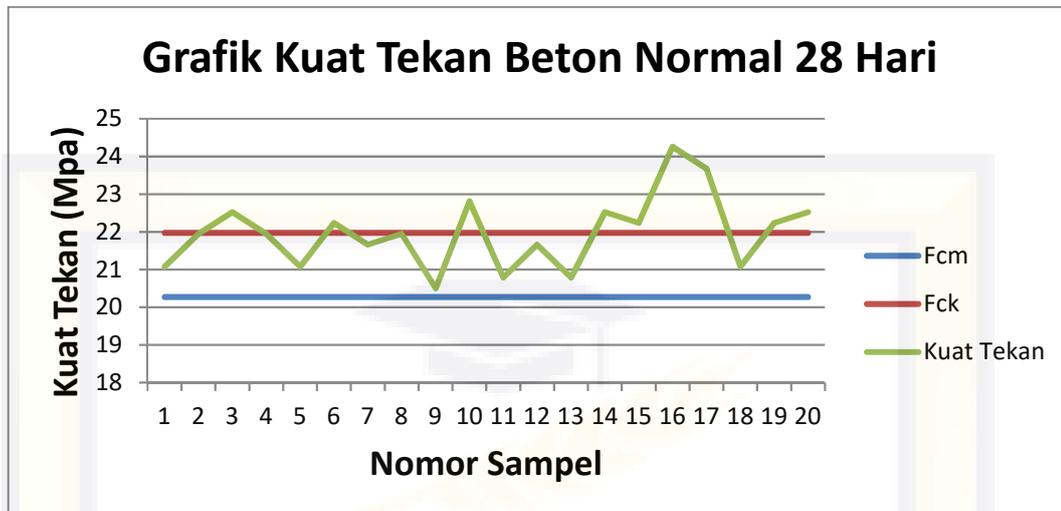
4.5.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Hasil pengujian kuat tekan beton normal (beton kontrol) pada umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.5 dengan nilai rata-rata kuat tekan 26,11 Mpa.

Tabel 4.9 Kuat Tekan Beton Normal

Notasi Sampel	Slump (mm)	Luas (mm) ²	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
BN 1	7	17663	210,79	21,08
BN 2	7	17663	219,45	21,94
BN 3	7	17663	225,22	22,52
BN 4	7	17663	219,45	21,94
BN 5	7	17663	210,79	21,08
BN 6	7	17663	222,34	22,23
BN 7	7	17663	216,56	21,66
BN 8	7	17663	219,45	21,94
BN 9	7	17663	205,01	20,50
BN 10	7	17663	228,11	22,81
BN 11	7	17663	207,90	20,79
BN 12	7	17663	216,56	21,66
BN13	7	17663	207,90	20,79
BN 14	7	17663	225,22	22,52
BN 15	7	17663	222,34	22,23
BN16	7	17663	242,55	24,25
BN 17	7	17663	236,77	23,68
BN 18	7	17663	210,79	21,08
BN 19	7	17663	222,34	22,23
BN 20	7	17663	225,22	22,52
Rata Rata	7	17663	219,74	21,97

Sumber : Hasil Perhitungan



Sumber : Hasil perhitungan

Gambar 4.6 Kuat tekan beton normal

$$F_{ck} = f_{cm} - k \times S$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n - 1}}$$

$$S = \frac{\sqrt{1749,208}}{20 - 1} = 9,59498$$

$$F_{ck} = 21,97 - 1,645 \times (9,59498 \times 1,08) = 20,269 > 20 \text{ MPa}$$

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal diatas didapatkan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 20,269 MPa. Nilai kuat tekan karakteristik ini memenuhi standar dimana nilai kuat tekan karakteristik yang ingin dicapai yaitu sebesar 20 MPa. Nilai kuat tekan tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari nilai kuat tekan pada beton variasi pasir laut.

4.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Hasil pengujian kuat tekan beton variasi pada umur 28 hari dapat

dilihat pada tabel berikut :

Tabel.4.10 Kekuatan Tekan Beton variasi.

Notasi Sampel		Slump (mm)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
PL 0	A	40	240	13,59	12,74
	B	40	190	10,76	
	C	40	245	13,87	
PL 1	A	60	150	8,49	8,68
	B	60	150	8,49	
	C	60	160	9,06	
PL 2	A	60	180	10,19	10,47
	B	60	195	11,04	
	C	60	180	10,19	
PL 3	A	60	180	10,19	10,00
	B	60	170	9,62	
	C	60	180	10,19	
PL 4	A	60	190	10,76	11,13
	B	60	200	11,32	
	C	60	200	11,32	



Sumber : hasil perhitungan

Gambar 4.7 Kuat Tekan Rata-rata pada tiap beton variasi

Dari hasil penelitian kuat tekan beton variasi pada tabel diatas, terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi PL-0 dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 12,27 Mpa, yaitu variasi perbandingan komposisi pasir laut dan pasir sungai adalah 0 : 100 serta substitusi abu boiler sebanyak 10 % dari berat semen. Hal ini bisa kita simpulkan bahwa kuat tekan rata-rata beton variasi lebih rendah dibanding dengan beton normal karena kuat tekan rata-rata yang dihasilkan pada beton normal sebesar 20,27 Mpa.

Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada variasi PL-1 dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 8,68 Mpa, dengan perbandingan komposisi pasir laut dan pasir sungai adalah 25 : 75 serta substitusi sebanyak 10 % dari berat semen.

Pengaruh penambahan abu boiler dalam beton adalah butirannya yang halus membuat beton lebih padat karena rongga antara butiran agregat diisi oleh abu boiler, sehingga sehingga dapat memperkecil pori-pori yang ada dan memanfaatkan sifat pozzolan dari abu boiler.

Seiring penambahan pasir laut, kuat tekan yang dicapai semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena garam yang terkandung dalam pasir laut cukup menguntungkan bagi kuat tekan beton karena dapat mengisi pori-pori beton.

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

- Berdasarkan uji kuat tekan beton yang menggunakan COCO3 dan Trass, kuat tekan beton bertambah seiring bertambahnya pasir laut, kuat tekan optimum adalah 11,13 Mpa pada sampel PL-4 dengan persentase pasir sebesar 100% dan substitusi semen + coco3 dan trass sebesar 10%.
- Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton yang menggunakan trass tanpa coco3, kuat tekan mengalami penurunan yang signifikan terhadap kuat tekan pada beton normal (20,27 Mpa) menjadi 12,74 Mpa.
- Pemanfaatan coco3 dan trass sebagai limbah industri untuk substitusi semen dapat digunakan pada beton karena butirannya yang halus membuat beton lebih padat, dan pasir laut dapat digunakan untuk mengganti pasir biasa sebagai agregat halus dalam campuran beton karena kandungan garam yang terkandung dalam pasir laut dapat mengisi pori – pori beton.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

- Usahakan proses pemadatan dari setiap sampelnya dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan semua pori terisi secara merata.
- Perlunya penelitian selanjutnya dengan substitusi variasi persentase abu boiler terhadap semen untuk menghasilkan kuat tekan beton yang optimal.
- Perlunya dilakukan penelitian selanjutnya pada proses curing yang berlanjut agar didapatkan kuat tekan yang lebih tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33 – 08, Standard Specification for Concrete Aggregates
- Buku panduan laboratorium bahan dan struktur beton Universitas Bosowa Makassar.
- Dwi, Indra, 2011. *Analisa perbandingan kuat tekan beton yang menggunakan semen PPC dan agregat kasar yang umum dalam pembangunan rumah masyarakat*. Universitas Andalas.
- Iskandar, Rahmi Karolina, 2012. *Pengaruh penggunaan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus pada balok beton bertulang*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
- Napitupulu, Remi, 2013. *Pengaruh penambahan abu boiler kelapa sawit dalam meningkatkan kekuatan beton*.
- Mhd Falah, Hudan, 2013. *Abu boiler sebagai bahan pengganti semen dalam campuran beton dan perbandingannya dengan beton normal*. Skripsi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
- Muhibbah, Fitra, 2015. *Study eksperimental kuat tekan beton menggunakan material laut*.
- Ramang, Ruslan, 2012. *Substitusi agregat halus beton menggunakan kapur alam dan pasir laut pada campuran beton*, Universitas Nusa Cendana.
- SNI 03 - 2834 – 2000., *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2013., *Ketentuan Umum Rancang Campur*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000., *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.
- Teknologi Bahan I., 2011. *Teknologi Beton*.
- Prianti Epi, 2015. *Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai pengganti pasir parsial pada pembuatan beton*. Universitas Tanjung Pura.



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200 AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 5 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1500.1	1500
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	1489.5	1486.9
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	10.6	13.1
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	0.71	0.87
Kadar Lumpur Rata- rata	%		0.79	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Ramadhan Nur Alam



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200 AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 5 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000.1	1000.1
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	967.2	969.9
Berat Lumpur	gram	$C (A - B)$	32.9	30.2
Kadar Lumpur	%	$(C/A)*100$	3.29	3.02
Kadar Lumpur Rata- rata	%		3.15	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Ramadhan Nur Alam

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR DAN HALUS
ANALISIS DATA**

A. Berat Lumpur

Rumus :
Berat Lumpur = A - B

Dimana :

A = Berat Benda Uji Sebelum dicuci (gr)

B = Berat Benda Uji Setelah dicuci (gr)

1. Kerikil

Sampel I
Berat Lumpur = 1500.1 - 1489.5
= 10.6 gram

Sampel II
Berat Lumpur = 1500 - 1486.9
= 13.1 gram

2. Pasir

Sampel I
Berat Lumpur = 1000.1 - 967.2
= 32.9 gram

Sampel II
Berat Lumpur = 1000.1 - 969.9
= 30.2 gram

B. Kadar Lumpur

Rumus :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat Sebelum di cuci (gr)

B = Berat Sesudah Dicuci (gr)

1. Kerikil

Sampel I

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{1500.1 - 1489.5}{1500.1} \times 100\%$$

$$= 0.71 \%$$

Sampel II

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{1500 - 1486.9}{1500} \times 100\% \\ &= 0.87 \quad \% \end{aligned}$$

2. Pasir

Sampel I

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{1000.1 - 967.2}{1000.1} \times 100\% \\ &= 3.29 \quad \% \end{aligned}$$

Sampel II

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{1000.1 - 969.9}{1000.1} \times 100\% \\ &= 3.02 \quad \% \end{aligned}$$

C. Kadar Lumpur Rata - Rata

Rumus :

$$\text{Kadar Lumpur rata - rata} = \frac{A + B + C}{2}$$

Dimana :

A = Kadar Lumpur Sampel I (%)

B = Kadar Lumpur Sampel II (%)

C = Kadar Lumpur Sampel III (%)

1. Kerikil

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur rata - rata} &= \frac{0.71 + 0.87 + \dots}{3} \\ &= 0.79 \quad \% \end{aligned}$$

2. Pasir

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur rata - rata} &= \frac{3.29 + 3.02 + \dots}{3} \\ &= 3.15 \quad \% \end{aligned}$$



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PEME+B8:J38RIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR
(SNI 1965 : 2008)**

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 5 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000	1000
Berat benda uji kering oven	gram	B	994.2	994.6
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	5.8	5.4
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	0.58	0.54
Kadar Air Rata- rata	%		0.56	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Ramadhan Nur Alam



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PEME+B8:J41RIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS
(SNI 1965 : 2008)**

Material : Pasir

Nama : Ramadhan Nur Alam

Tanggal : 5 September 2018

Pembimbing :

Sumber : Tombongi

1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT

2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1000	1000
Berat benda uji kering oven	gram	B	956.6	958.2
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	43.4	41.8
Kadar Air	%	$(C/B) * 100$	4.54	4.36
Kadar Air Rata- rata		%	4.45	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Ramadhan Nur Alam

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR DAN HALUS
ANALISIS DATA**

A. Berat Air

Rumus :

$$\text{Berat Air} = \text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}$$

1. Kerikil

$$\begin{aligned} \text{Sampel I} \\ \text{Berat Air} &= 1000 - 994.2 \\ &= 5.8 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel II} \\ \text{Berat Air} &= 1000 - 994.6 \\ &= 5.4 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. Pasir

$$\begin{aligned} \text{Sampel I} \\ \text{Berat Air} &= 1000 - 956.6 \\ &= 43.4 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel II} \\ \text{Berat Air} &= 1000 - 958.2 \\ &= 41.8 \text{ gram} \end{aligned}$$

B. Kadar Air

Rumus :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

1. Kerikil

$$\begin{aligned} \text{Sampel I} \\ \text{Kadar Air} &= \frac{1000 - 994.2}{1000} \times 100\% \\ &= 0.58 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel I} \\ \text{Kadar Air} &= \frac{1000 - 994.6}{1000} \times 100\% \\ &= 0.54 \text{ \%} \end{aligned}$$

2. Pasir

Sampel I

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air} &= \frac{1000 - 956.6}{1000} \times 100\% \\ &= 4.34 \quad \% \end{aligned}$$

Sampel I

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air} &= \frac{1000 - 958.2}{1000} \times 100\% \\ &= 4.18 \quad \% \end{aligned}$$

C. Kadar Air Rata - Rata

Rumus :

$$\text{Kadar air rata - rata} = \frac{A + B}{2}$$

Dimana :

A = Kadar Air Sampel I (%)

B = Kadar air Sampel II (%)

1. Kerikil

$$\begin{aligned} \text{Kadar air rata - rata} &= \frac{0.58 + 0.54}{2} \\ &= 0.56 \quad \% \end{aligned}$$

2. Pasir

$$\begin{aligned} \text{Kadar air rata - rata} &= \frac{4.34 + 4.18}{2} \\ &= 4.26 \quad \% \end{aligned}$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

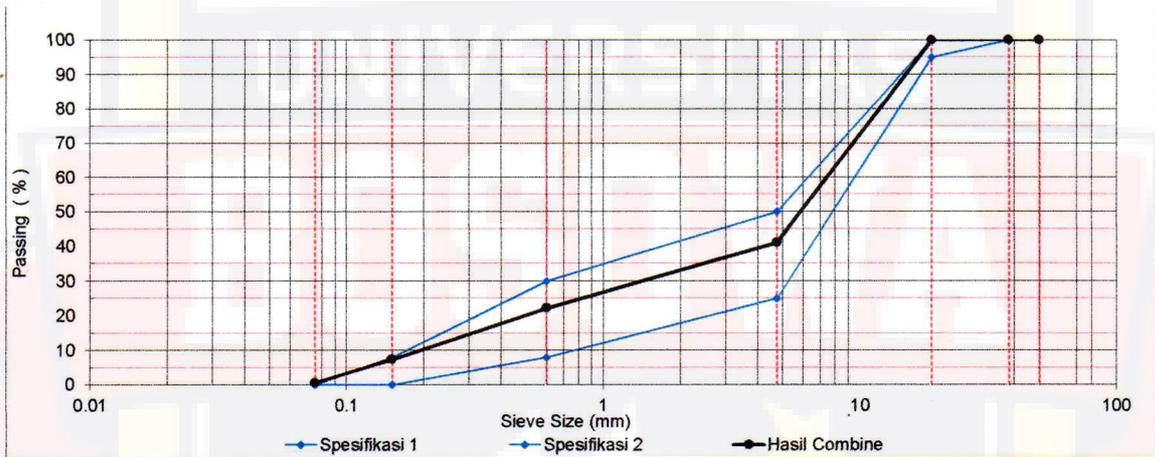
COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm & Pasir
 Tanggal : 8 September 2018
 Sumber : Tombangi

Nar Ramadhan Nur Alam
 Pembimbing :
 1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)									SPEC BINA MARGA 2010 REVISI 3	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
3/4	100	100			100										95-100
1/2	23	100			54										-
3/8	7.7	100			45										-
No. 4	1.81	100			41										35-55
No. 8	0.25	87.48			35										-
No. 16	0.23	75.29			30										-
No. 30	0.21	55.30			22										10-35
No. 50	0.18	37.16			15										-
No. 100	0.17	18.25			7.4										4-9
No. 200	0.12	1.26			0.6										-

AGGREGATE	a. BP maks 20 mm	60											
BLENDING RATIO	b. Pasir	40											



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina

RNF

Marlina Alwi, ST

Ramadhan Nur Alam



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan (%)	Keterangan
1	Kadar Lumpur	Maks 5 %	3.15	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	4.45	Memenuhi
3	Berat Isi	1,6 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.51	Memenuhi
	- Padat		1.76	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 2%	0.77	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.62	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.64	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.67	Memenuhi

Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan (%)	Keterangan
1	Kadar Lumpur	Maks 1 %	0.79	Memenuhi
2	Kadar Air	0.5 % - 2 %	0.56	Memenuhi
3	Berat Isi	1.4 - 1.9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.66	Memenuhi
	- Padat		1.53	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 4%	1.67	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.55	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.59	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.66	Memenuhi

Makassar, Januari 2019

Mengetahui

Diperiksa Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Asisten Laboratorium Struktur dan E

Ir. Eka Yuniarto, MT

Marlina Alwi, ST

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2003). Pedoman Tugas Akhir . Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY
- Anonim. (2005). Pengujian Bahan Bangunan. Yogyakarta : Laboratorium Fakultas Teknik UNY
- Arikunto. S., (2006). Prosedur Penelitian Pendekatan Praktek , Jakarta; Rineka Cipta. Herwanto, D., (2012). Optimalisasi Kadar Kalsium Karbonat Buatan Sebagai Replacement Sebagian Portland Cement Pada Kuat Tekan Beton
- . Fakultas Teknik dan Perencanaan UNY : Yogyakarta. Matschei, T. Lothenbach., B. Dan Glasser, F.P., (2007).
- The Role Of Calcium Carbonate In Cement Hydration. Issue 4 , p551-558. Mulyono, T., (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi offset. Murdock, L. J., Brook, K. M., Hindarko. S., (1999).
- Bahan dan Praktek Beton. Jakarta: Erlangga. SNI 03-2847-2002.
- Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional: Indonesia. SNI S-04-1989-F. Syarat-syarat Agregat Untuk Pembuatan Beton.
- Badan Standarisasi Nasional: Indonesia. Tjokrodinuljo, Kardiyono, (2007).
- Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit. Samekto, W., dan Rahmadiyanto, C., (2011).
- Teknologi Beton. Yogyakarta : Kanisius. Sugiyono. (2006). Metode Penelitian Pendidikan
- . Bandung : Penerbit Alfabeta. Suharwanto. (2005). The Mechanical Behavior Of Recycled Aggregate Concrete: Material-Structural Aspect.
- Bandung: Perpustakaan ITB Windaka, B. W., (2012). Kajian Kuat Tekan Beton Dengan Kalsium Karbonat Buatan Sebagai Replacement Sebagian Portland Cement.
- Fakultas Teknik dan Perencanaan UNY: Yogyakarta.



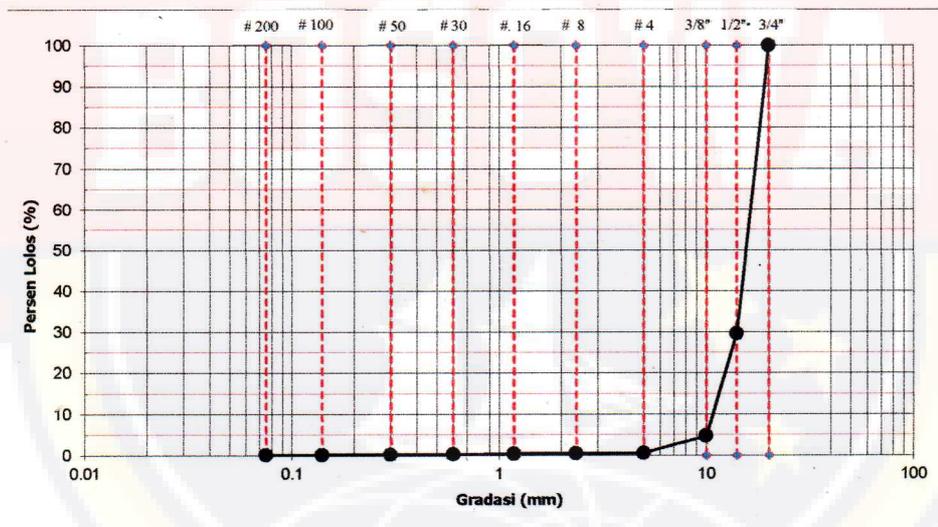
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 1 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Hijriah, ST, MT

Saringan No	Total : 2000.1			Total : 2000.1			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0	0	100	0	0	100	100
1/2"	1621.00	81.05	18.95	1336.20	66.81	33.19	26.07
3/8"	1886.50	94.32	5.68	1805.40	90.27	9.73	7.71
No. 4	1975.70	98.78	1.22	1951.90	97.59	2.41	1.81
No. 8	1998.00	99.90	0.10	1992.30	99.61	0.39	0.25
No. 16	1998.30	99.91	0.09	1992.70	99.63	0.37	0.23
No. 30	1998.70	99.93	0.07	1993.20	99.66	0.34	0.21
No. 50	1999.20	99.96	0.04	1993.90	99.69	0.31	0.18
No. 100	1999.30	99.96	0.04	1994.20	99.71	0.29	0.17
No. 200	1999.90	99.99	0.01	1995.40	99.77	0.23	0.12
Pan	2000.00	100.00	0.00	1999.30	99.96	0.04	0.02



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Ramadhan Nur Alam



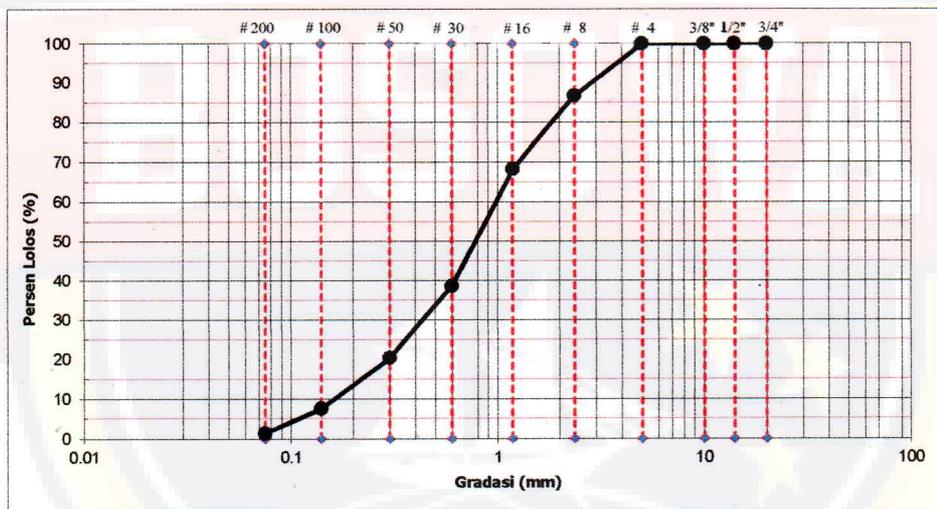
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 1 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST, MT

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0	0	100	0	0	100	100
1/2"	0	0	100	0	0	100	100
3/8"	0	0	100	0	0	100	100
No. 4	0	0	100	0	0	100	100
No. 8	163.70	10.91	89.09	212.00	14.13	85.87	87.48
No. 16	325.00	21.67	78.33	416.20	27.75	72.25	75.29
No. 30	617.70	41.18	58.82	723.20	48.21	51.79	55.30
No. 50	900.00	60.00	40.00	985.30	65.69	34.31	37.16
No. 100	1203.40	80.23	19.77	1249.10	83.27	16.73	18.25
No. 200	1478.30	98.55	1.45	1483.90	98.93	1.07	1.26
Pan	1498.40	99.89	0.11	1497.10	99.81	0.19	0.15



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlis

Marlina Alwi, ST

Ramadhan Nur Alam

Ramadhan Nur Alam

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN
ANALISIS DATA AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS

1 BATU PECAH 1-2

Data Hasil Percobaan

Berat Tanah Kering Sampel 1 = 2000.10 gram
 Berat Tanah Kering Sampel 2 = 2000.10 gram

No. Saringan	Sampel 1	Sampel 2
	Kumulatif tertahan (g)	Kumulatif tertahan (g)
3/4"	0.00	0.00
1/2"	1621.00	1336.20
3/8"	1886.50	1805.40
4	1975.70	1951.90
8	1998.00	1992.30
16	1998.30	1992.70
30	1998.70	1993.20
50	1999.20	1993.90
100	1999.30	1994.20
200	1999.90	1995.40
Pan	2000.00	1999.30

Perhitungan persen tertahan

Sampel 1

$$\%Tertahan = \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat total}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#3/4"} &= \frac{0.00}{2000.10} \times 100\% \\ &= 0.0 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ \#1/2"} &= \frac{1621.00}{2000.1} \times 100\% \\ &= 81.05 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/8"} &= \frac{1886.50}{2000.1} \times 100\% \\ &= 94.32 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #4} &= \frac{1975.70}{2000.1} \times 100\% \\ &= 98.78 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #8} &= \frac{1998.00}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.90 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{1998.30}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.91 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{1998.70}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.93 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{1999.20}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.96 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #100} &= \frac{1999.30}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.96 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #200} &= \frac{1999.90}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.99 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #Pan} &= \frac{2000.00}{2000.1} \times 100\% \\ &= 100.00 \text{ \%} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\%Tertahan = \frac{\text{Berat Kumulatif}}{\text{Berat total}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/4"} &= \frac{0.00}{2000.1} \times 100\% \\ &= 0.0 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #1/2"} &= \frac{1336.20}{2000.1} \times 100\% \\ &= 66.81 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #3/8"} &= \frac{1805.40}{2000.1} \times 100\% \\ &= 90.27 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #4} &= \frac{1951.90}{2000.1} \times 100\% \\ &= 97.59 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #8} &= \frac{1992.30}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.61 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #16} &= \frac{1992.70}{2000.1} \times \text{###} \\ &= 99.63 \quad \% \end{aligned}$$

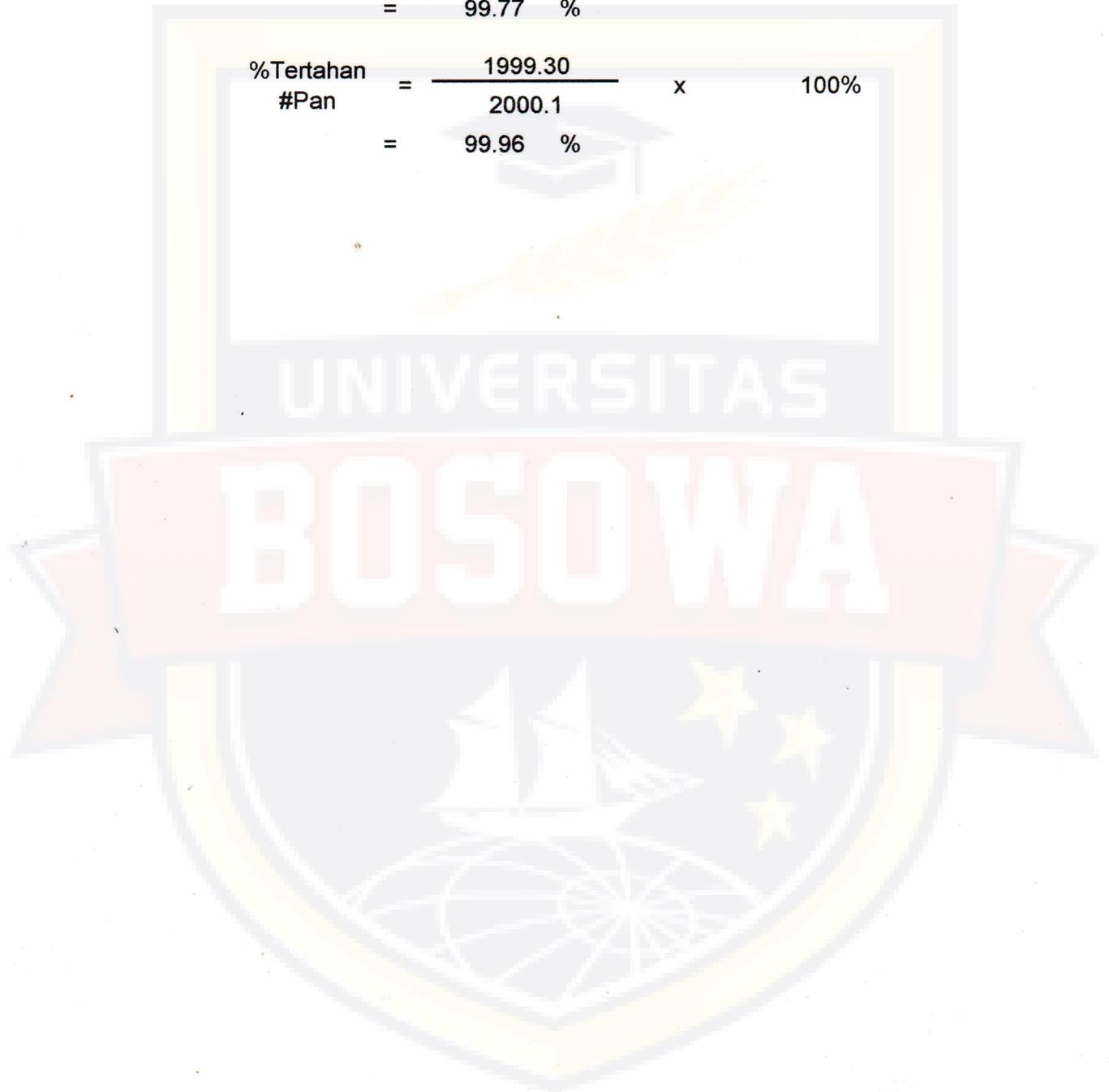
$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #30} &= \frac{1993.20}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.66 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%Tertahan \text{ #50} &= \frac{1993.90}{2000.1} \times 100\% \\ &= 99.69 \quad \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Tertahan} &= \frac{1994.20}{2000.1} \times 100\% \\ \#100 &= 99.71 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Tertahan} &= \frac{1995.40}{2000.1} \times 100\% \\ \#200 &= 99.77 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Tertahan} &= \frac{1999.30}{2000.1} \times 100\% \\ \# \text{Pan} &= 99.96 \% \end{aligned}$$





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
(SNI 1973 : 2008)

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 2 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	9753	9753
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	16255	16251
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	6502	6498
Volume Container (D)	(cm ³)	3926.52	3926.52
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.656	1.655
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.655	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	9753	9753
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	15744	15755
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	5991	6002
Volume Container (D)	(cm ³)	3926.52	3926.52
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$	(gr/cm ³)	1.526	1.529
Berat Isi Rata-rata Agregat		1.527	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Ramadhan Nur Alam

**PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

	Lepas			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Container	(A)	=		9753.00	9753.00	gram
Berat Container + Agregat	(B)	=		16255.00	16251.00	gram
Volume Container	(D)	=		3926.52	3926.52	gram

	Padat			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Container	(A)	=		9753.00	9753.00	gram
Berat Container + Agregat	(B)	=		15744.00	15755.00	gram
Volume Container	(D)	=		3926.52	3926.52	gram

→ **Perhitungan Berat Agregat**

C	=	B	-	A
---	---	---	---	---

Lepas

Sampel 1

C	=	16255.00	-	9753.00
	=	6502.00		

Sampel 2

C	=	16251.00	-	9753.00
	=	6498.00		

Padat

Sampel 1

C	=	15744.00	-	9753.00
	=	5991.00		

Sampel 2

C	=	15755.00	-	9753.00
	=	6002.00		

➔ **Perhitungan Berat Isi Agregat**

$$W = \frac{\text{Berat Agregat}}{\text{Volume Container}}$$

Lepas

Sampel 1

$$W = \frac{6502.00}{3926.52}$$
$$= 1.656$$

Sampel 2

$$W = \frac{6498.00}{3926.52}$$
$$= 1.655$$

Padat

Sampel 1

$$W = \frac{5991.00}{3926.52}$$
$$= 1.526$$

Sampel 2

$$W = \frac{6002.00}{3926.52}$$
$$= 1.529$$

➔ **Perhitungan Berat Isi Rata-Rata Agregat**

$$\bar{W} = \frac{\text{Berat Isi Sampel 1} + \text{Berat Isi Sampel 2}}{2}$$

Lepas

$$\bar{W} = \frac{1.66 + 1.65}{2}$$
$$= 1.655$$

Padat

$$\bar{W} = \frac{1.53 + 1.53}{2}$$
$$= 1.527$$

**PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

Lepas			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Container	(A)	=	9753.00	9753.00	gram
Berat Container + Agregat	(B)	=	15950.00	15450.00	gram
Volume Container	(D)	=	3926.52	3926.52	gram

Padat			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Container	(A)	=	9753.00	9753.00	gram
Berat Container + Agregat	(B)	=	16846.00	16500.00	gram
Volume Container	(D)	=	3926.52	3926.52	gram

→ **Perhitungan Berat Agregat**

$$C = B - A$$

Lepas

Sampel 1

$$C = 15950.00 - 9753.00$$

$$= 6197.00$$

Sampel 2

$$C = 15450.00 - 9753.00$$

$$= 5697.00$$

Padat

Sampel 1

$$C = 16846.00 - 9753.00$$

$$= 7093.00$$

Sampel 2

$$C = 16500.00 - 9753.00$$

$$= 6747.00$$

→ **Perhitungan Berat Isi Agregat**

$$W = \frac{\text{Berat Agregat}}{\text{Volume Container}}$$

Lepas

Sampel 1

$$W = \frac{6197.00}{3926.52}$$

$$= 1.578$$

Sampel 2

$$W = \frac{5697.00}{3926.52}$$
$$= 1.451$$

**Padat
Sampel 1**

$$W = \frac{7093.00}{3926.52}$$
$$= 1.81$$

Sampel 2

$$W = \frac{6747.00}{3926.52}$$
$$= 1.72$$

→ **Perhitungan Berat Isi Rata-Rata Agregat**

$$\bar{W} = \frac{\text{Berat Isi Sampel 1} + \text{Berat Isi Sampel 2}}{2}$$

Lepas

$$\bar{W} = \frac{1.58 + 1.45}{2}$$

$$= 1.51$$

Padat

$$\bar{W} = \frac{1.81 + 1.72}{2}$$

$$= 1.76$$

BOSOWA





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir
Tanggal : 4 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500.00	500.00	500.00
Berat benda uji kering oven B_k	496.10	496.30	496.20
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	666.40	657.40	661.90
Berat piknometer + benda uji (SSD) B_t	976.90	967.80	972.35

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.62	2.62	2.62
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.64	2.64	2.64
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.67	2.67	2.67
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	0.79	0.75	0.77

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan


Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa


Ramadhan Nur Alam

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh	(B _j)	=	500.00	500.00	gram
Berat Benda Uji Kering Oven	(B _k)	=	496.10	496.30	gram
Berat Piknometer diisi air (25°C)	(B)	=	666.40	657.40	gram
Berat Benda Uji dalam Air	(B _t)	=	976.90	967.80	gram

➔ **Perhitungan Rata - Rata**

$$\bar{\Sigma} = \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2}$$

Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh

$$\begin{aligned} (B_j) &= \frac{500.00 + 500.00}{2} \\ &= 500.00 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Benda Uji Kering Oven

$$\begin{aligned} (B_k) &= \frac{496.10 + 496.30}{2} \\ &= 496.20 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Piknometer diisi Air

$$\begin{aligned} (B) &= \frac{666.40 + 657.40}{2} \\ &= 661.90 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Piknometer + Benda Uji

$$\begin{aligned} (B) &= \frac{976.90 + 967.80}{2} \\ &= 972.35 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis (Bulk)**

$$B_{j \text{ Ov Dry}} = \frac{B_k}{B + 500 - B_t}$$

Sampel 1

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{496.10}{666.40 + 500 - 976.90} \\ &= 2.62 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{496.30}{666.40 + 500 - 967.80} \\ &= 2.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned} \bar{\Sigma} &= \frac{2.62 + 2.50}{2} \\ &= 2.56 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis - Permukaan Jenuh**

$$B_j = \frac{500}{B + 500 - B_t}$$

Sampel 1

$$B_j = \frac{500.00}{666.40 + 500 - 976.90}$$

$$= \frac{500.00}{2.64} \text{ gr}$$

Sampel 2

$$B_j = \frac{500.00}{657.40 + 500 - 967.80}$$

$$= \frac{500.00}{2.64} \text{ gr}$$

Rata-rata Σ

$$= \frac{2.64 + 2.64}{2}$$

$$= 2.64 \text{ gr}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis Semu**

$$B_{j \text{ Apparent}} = \frac{B_k}{B + B_k - B_t}$$

Sampel 1

$$B_{j \text{ Apparent}} = \frac{496.10}{666.40 + 496 - 976.90}$$

$$= \frac{496.10}{2.67} \text{ gr}$$

Sampel 2

$$B_{j \text{ Apparent}} = \frac{496.30}{657.40 + 496 - 967.80}$$

$$= \frac{496.30}{2.67} \text{ gr}$$

Rata-rata Σ

$$= \frac{2.67 + 2.67}{2}$$

$$= 2.67 \text{ gr}$$

➔ **Perhitungan Penyerapan (Absorption)**

$$B_{j \text{ Abs}} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100$$

Sampel 1

$$B_{j \text{ Abs}} = \frac{500.00 - 496.10}{496.10} \times 100$$

$$= 0.79 \%$$

Sampel 2

$$B_{j \text{ Abs}} = \frac{500.00 - 496.30}{496.30} \times 100$$

$$= 0.75 \%$$

Rata-rata Σ

$$= \frac{0.79 + 0.75}{2}$$

$$= 0.77 \%$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 4 September 2018
Sumber : Tombongi

Nama : Ramadhan Nur Alam
Pembimbing :
1. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1962.80	1971.90	1967.35
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2000.10	2000.20	2000.15
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1226.30	1228.80	1227.55

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.54	2.56	2.55
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.58	2.59	2.59
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.67	2.65	2.66
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1.90	1.44	1.67

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh

Diuji Oleh

Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Mahasiswa

Marlina Alwi, ST

Ramadhan Nur Alam

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR
ANALISA DATA**

DATA HASIL PERCOBAAN

			Sampel 1	Sampel 2	
Berat Benda Uji Kering Oven	(B _k)	=	1962.80	1971.90	gram
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh	(B _j)	=	2000.10	2000.20	gram
Berat Benda Uji dalam Air	(B _a)	=	1226.30	1228.80	gram

➔ **Perhitungan Rata - Rata**

$$\bar{\Sigma} = \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2}$$

Berat Benda Uji Kering Oven

$$\begin{aligned} (B_k) &= \frac{1962.80 + 1971.90}{2} \\ &= 1967.35 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh

$$\begin{aligned} (B_j) &= \frac{2000.10 + 2000.20}{2} \\ &= 2000.15 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat Benda Uji dalam Air

$$\begin{aligned} (B_a) &= \frac{1226.30 + 1228.80}{2} \\ &= 1227.55 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis (Bulk)**

$$B_{j \text{ Ov Dry}} = \frac{B_k}{B_j - B_a}$$

Sampel 1

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{1962.80}{2000.10 - 1226.30} \\ &= 2.54 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} B_{j \text{ Ov Dry}} &= \frac{1971.90}{2000.20 - 1228.80} \\ &= 2.56 \text{ gr} \end{aligned}$$

Rata-rata

$$\begin{aligned} \Sigma &= \frac{2.54 + 2.56}{2} \\ &= 2.55 \text{ gr} \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis - Permukaan Jenuh**

$$B_j = \frac{B_j}{B_j - B_a}$$

Sampel 1

$$\begin{aligned} B_j &= \frac{2000.10}{2000.10 - 1226.30} \\ &= 2.58 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sampel 2 } B_j &= \frac{2000.20}{2000.20 - 1228.80} \\
 &= 2.59 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Rata-rata } \bar{\Sigma} &= \frac{2.58 + 2.59}{2} \\
 &= 2.59 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Berat Jenis Semu**

$$B_{j \text{ Apparent}} = \frac{B_k}{B_k - B_a}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sampel 1 } B_{j \text{ Apparent}} &= \frac{1962.80}{1962.80 - 1226.30} \\
 &= 2.67 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Sampel 2 } B_{j \text{ Apparent}} &= \frac{1971.90}{1971.90 - 1228.80} \\
 &= 2.65 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Rata-rata } \bar{\Sigma} &= \frac{2.67 + 2.65}{2} \\
 &= 2.66 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

➔ **Perhitungan Penyerapan (Absorption)**

$$B_{j \text{ Abs}} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sampel 1 } B_{j \text{ Abs}} &= \frac{2000.10 - 1962.80}{1962.80} \times 100 \\
 &= 1.90 \% \\
 \\
 \text{Sampel 2 } B_{j \text{ Abs}} &= \frac{2000.20 - 1971.90}{1971.90} \times 100 \\
 &= 1.44 \% \\
 \\
 \text{Rata-rata } \bar{\Sigma} &= \frac{1.90 + 1.44}{2} \\
 &= 1.67 \%
 \end{aligned}$$

**D
O
K
U
M
E
N
T
A
S
I**





Gambar penimbangan abu boiler



Gambar proses pengecoran



Gambar pemeriksaan slump



Gambar campuran beton dalam silinder



Gambar proses curing beton



Gambar pengujian kuat tekan beton



Gambar pengujian kuat tekan beton

