

TUGAS AKHIR

RENCANA BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN PEMBANGUNAN JALAN TOL LAYANG DENGAN MICROSOFT OFFICE PROJECT

(Studi Kasus : Jl. A.P. Pettarani Makassar - Sulawesi Selatan)

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Strata Satu*

(S1)



Disusun Oleh :

RANI NUR FADHILAH
45 17 041 107

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2020

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir :

**"RENCANA BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN
PEMBANGUNAN JALAN TOL LAYANG A.P. PETTARANI MAKASSAR –
SULAWESI SELATAN DENGAN MICROSOFT OFFICE PROJECT"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : RANI NUR FADHILAH

No. Stambuk : 45 17 041 107

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi

Sarjana Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si. ()

Pembimbing II : Hj. Savitri Prasandi M, S.T., M.T. ()

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

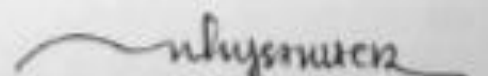
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Bosowa

FT, Universitas Bosowa



Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN : 0910127101



Nurhadijah Yunianti, S.T., M.T.
NIDN : 0916068201

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa No.A.512/SK/FT.Unibos/III/2020 tanggal 13 bulan Maret Tahun 2020, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada hari/tanggal : Rabu/08 April 2020

Tugas akhir mahasiswa :

Nama : RANI NUR FADHILAH

STB : 45 17 041 107

Judul : Rencana Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Layang dengan *Microsoft Office Project* (Studi Kasus : Jl. A.P. Pettarani Makassar - Sulawesi Selatan)

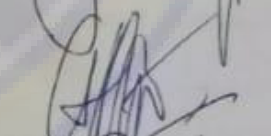
Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua : Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si.

()

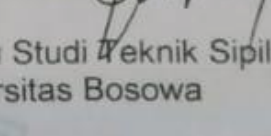
Sekretaris : Hj. Savitri Prasandi M, S.T., M.T.

()

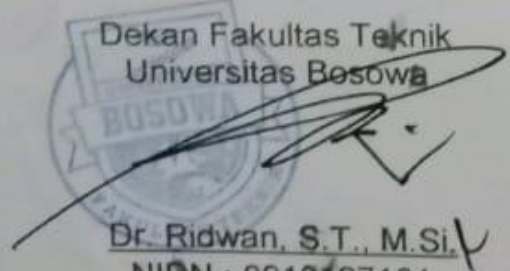
Anggota : 1. Ir. Tamrin Mallawangeng, S.T.

()

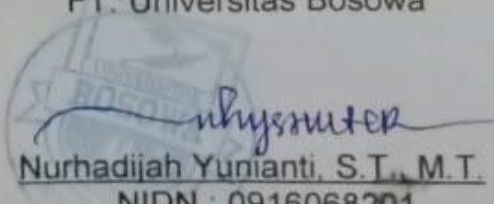
2. Ir. Hj. Satriewati Cangara, M.Sp.

()

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa


Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN : 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil
FT. Universitas Bosowa


Nurhadijah Yunianti, S.T., M.T.
NIDN : 0916068201

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RANI NUR FADHILAH
No. Stambuk : 45 17 041 107
Judul Tugas Akhir : Rencana Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan
Pembangunan Jalan Tol Layang dengan *Microsoft Office Project* (Studi Kasus : Jl. A.P. Pettarani
Makassar - Sulawesi Selatan)

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

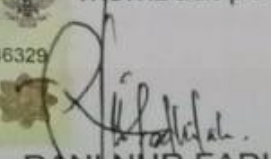
Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku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

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

Makassar, Maret 2020



membuat pernyataan,


RANI NUR FADHILAH
45 17 041 107

PRA KATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis mengambil judul:

“Rencana Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Layang dengan Microsoft Office Project (Studi Kasus : Jl. A.P. Pettarani Makassar Sulawesi Selatan)”

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

- 1) Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng.** Sebagai Rektor Universitas Bosowa;
- 2) Bapak **Dr. Ridwan, S.T., M.Si.** Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa;
- 3) Ibu **Nurhadijah Yunianti, S.T., M.T.** sebagai Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa;
- 4) Bapak **Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si.** sebagai Pembimbing I dan Ibu **Hj. Savitri Parasandi Mulyani, S.T., M.T.** sebagai Pembimbing II yang

telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

- 5) Pihak **PT. Wijaya Karya Beton Tbk**;
- 6) Seluruh dosen dan staf karyawan di Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa;
- 7) Teman - teman Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa, yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Semoga segala bantuan dan masukan serta dukungan yang diberikan dalam penulisan skripsi ini akan diberikan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa.

Selain itu penulisan memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kata-kata dan penulisan yang salah. Dengan hormat penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya seluruh pembaca skripsi ini.

Makassar, Maret 2020

Penulis

ABSTRAK
RENCANA BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN
PEMBANGUNAN JALAN TOL LAYANG DENGAN MICROSOFT
OFFICE PROJECT (Studi Kasus : Jl. A.P. Pettarani Makassar -
Sulawesi Selatan)

Oleh : Rani Nur Fadhillah

ABSTRAK

Pelaksanaan konstruksi merupakan salah satu bentuk kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan penggunaan biaya dan waktu yang perlu estimasi yang relative rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui selisih biaya dan durasi pelaksanaan pekerjaan struktur bawah dan struktur atas proyek jalan tol layang AP. Pettarani Makassar setelah ditinjau dengan Microsoft Office Project. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan observasi dan analisis data. Data primer berupa: RAB baru, durasi pekerjaan, kebutuhan tenaga, material dan alat berat, serta output cost dan durasi Microsoft project, sedangkan data sekunder berupa: RAB dan *Time Schedule*, Permen PUPR No.28/PRT/M/2016, Surat Edaran Dirjen Bina Marga No.02/SE/Db/2018, dan basic price kota makassar tahun 2019. Analisis data dengan bantuan aplikasi Microsoft Office Project diperoleh anggaran biaya sebesar Rp 607.704.456.860 tidak termasuk PPN 10% sedangkan pada Microsoft excel anggaran biaya konstruksi sebesar Rp 607.650.000.000 tidak termasuk PPN 10% sehingga terjadi selisih biaya sebesar Rp 54.456.860. Untuk durasi pelaksanaan dengan Microsoft Excel (kurva s) diperoleh durasi waktu selama 517 hari, sedangkan dengan Microsoft Project (Network Diagram) diperoleh durasi waktu selama 485 hari, sehingga selisih durasi pelaksanaan konstruksi diperoleh 32 hari.

Kata kunci: rencana biaya, waktu pelaksanaan pekerjaan, jalan tol layang, microsoft office project

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengajuan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iv
Pra Kata.....	v
Abstrak.....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Notasi	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan dan Manfaat	I-4
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-5
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Manajemen Konstruksi	II-1
2.1.1 Perencanaan	II-3
2.1.2 Penjadwalan	II-8
2.1.3 Pengendalian	II-9
2.2 Biaya Konstruksi	II-9

2.3	Penjadwalan Konstruksi.....	II-11
2.4	Network Planning.....	II-12
2.4.1	Metode Jalur Kritis (<i>Critical Path Method</i>) atau PERT.....	II-13
2.4.2	Persyaratan Urutan Pekerjaan.....	II-26
2.4.3	Pengertian Jalur Kritis dan Dummy.....	II-28
2.4.4	Perbedaan AOA dan AON.....	II-30
2.4.5	Metode Perencanaan Durasi.....	II-31
2.5	Bar Chart (Gant Chart).....	II-34
2.6	Kurva S.....	II-35
2.6.1	Manfaat Penggunaan Kurva S.....	II-36
2.7	<i>Microsoft Office Project</i>	II-36
2.7.1	Tujuan <i>Microsoft Office Project</i>	II-38
2.7.2	Istilah-istilah <i>Microsoft Office Project</i>	II-38
2.7.3	Kelebihan dan Kekurangan <i>Microsoft Office Project</i>	II-42
2.7.4	Langkah-langkah Menjalankan <i>Microsoft Project</i>	II-43
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Metode Penelitian.....	III-1
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	III-2
3.3	Data dan Sumber Data.....	III-4
3.4	Analisis Data.....	III-5
3.5	Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan.....	III-6
3.6	Prosedur Penelitian.....	III-10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Proyek.....	IV-1
4.1.1	Rencana Anggaran Biaya WIKA Beton.....	IV-1
4.1.2	Jadwal/Time Schedule WIKA Beton.....	IV-1

4.2	Analisa Data.....	IV-2
4.2.1	Analisa Harga Satuan Pekerjaan	IV-2
4.2.2	Rencana Anggaran Biaya	IV-16
4.2.3	Analisa Durasi Pekerjaan	IV-17
4.2.4	Penyusunan Network Planning.....	IV-20
4.2.5	Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja	IV-24
4.2.6	Analisa Kebutuhan Material.....	IV-26
4.2.7	Analisa Kapasitas Alat Berat	IV-28
4.3	Penjadwalan Pekerjaan dengan Microsoft Office Project.....	IV-31
4.4	Pembahasan	IV-51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2
	Daftar Pustaka	xvi
	Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tahap penyusunan rencana anggaran biaya	II-8
Gambar 2.2	Jaringan CPM.....	II-15
Gambar 2.3	Perbandingan dua pendekatan menggambarkan jaringan kerja	II-16
Gambar 2.4	Notasi Pada Titik untuk <i>Forward</i> dan <i>Backward Pass</i>	II-17
Gambar 2.5	Kurva Distribusi Asimetris (Beta) dengan a , m , dan b	II-21
Gambar 2.6	Probabilitas Jaringan <i>Project</i>	II-22
Gambar 2.7	Kegiatan A Merupakan Pendahulu Kegiatan B	II-23
Gambar 2.8	Kegiatan C, D, dan E Merupakan Pendahulu Kegiatan F	II-23
Gambar 2.9	Kegiatan G dan H Merupakan Pendahulu Kegiatan I dan J	II-23
Gambar 2.10	Kegiatan L Merupakan Pendahulu Kegiatan M dan N	II-23
Gambar 2.11	Gambar yang Salah Hilangkan Kegiatan P, Q, dan R Mulai dan Selesai Pada Kejadian yang Sama	II-24
Gambar 2.12	<i>Dummy</i>	II-24
Gambar 2.13	Hubungan Antar Aktivitas	II-25
Gambar 2.14	Jaringan <i>Activity On Arrow</i> (AOA)	II-30
Gambar 2.15	Jaringan <i>Activity On Node</i> (AON)	II-31
Gambar 2.16	Gant Chart	II-34
Gambar 2.17	Kurva S	II-35
Gambar 2.18	Memulai File Baru	II-44
Gambar 2.19	Tampilan Task Name	II-44
Gambar 2.20	Daftar Jenis Pekerjaan	II-45
Gambar 2.21	Tampilan Item Pekerjaan setelah di- <i>Indent</i>	II-46

Gambar 2.22	Durasi Pekerjaan	II-46
Gambar 2.23	Hubungan Pekerjaan.....	II-47
Gambar 2.24	Keterkaitan Hubungan Pekerjaan	II-48
Gambar 3.1	Peta Sulawesi Selatan	III-2
Gambar 3.2	Lokasi Penelitian	III-3
Gambar 3.3	Pekerjaan Pondasi Bore Pile	III-7
Gambar 3.4	Pekerjaan Pile Cap	III-7
Gambar 3.5	Pekerjaan Kolom	III-8
Gambar 3.6	Pekerjaan Pier Head	III-9
Gambar 3.7	Flow Chart	III-13
Gambar 4.1	Network planning proyek tol layang AP. Pettarani	IV-23
Gambar 4.2	Mengatur jadwal mulai proyek.....	IV-32
Gambar 4.3	Mengatur jam kerja dan hari kerja proyek	IV-32
Gambar 4.4	Daftar item pekerjaan	IV-33
Gambar 4.5	Durasi Pekerjaan	IV-34
Gambar 4.6	Pengaturan satuan duration dan work	IV-34
Gambar 4.7	Hubungan Item Pekerjaan	IV-36
Gambar 4.8	Pengaturan satuan mata uang	IV-38
Gambar 4.9	Pengaturan satuan units	IV-39
Gambar 4.10	Lembar kerja resource sheet	IV-40
Gambar 4.11	Sumber daya pada tabel resources	IV-41
Gambar 4.12	Blok schedule sumber daya	IV-42
Gambar 4.13	Resource leveling secara otomatis	IV-43

Gambar 4.14	Jalur lintasan kritis	IV-43
Gambar 4.15	Resource leveling secara manual	IV-44
Gambar 4.16	Tampilan Resource (sumber daya) yang telah dileveling	IV-44
Gambar 4.17	Mengatur hubungan sumber daya dengan durasi	IV-46
Gambar 4.18	Save Baseline	IV-47
Gambar 4.19	Schedule penjadwalan proyek	IV-47
Gambar 4.20	Laporan kurva s pembiayaan <i>ms. Project</i>	IV-50
Gambar 4.21	Project Statistic	IV-51
Gambar 4.22	Grafik perbandingan anggaran biaya konstruksi	IV-53
Gambar 4.23	Grafik perbandingan durasi pelaksanaan	IV-53

BOSOWA

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	III-3
Tabel 4.1	Rekapitulasi durasi rencana WIKA Beton	IV-2
Tabel 4.2	Hasil Analisa harga satuan pekerjaan.....	IV-4
Tabel 4.3	Rencana anggaran biaya pembangunan tol layang AP. Pettarani Makassar Sulawesi Selatan	IV-16
Tabel 4.4	Rekapitulasi durasi rencana dan kapasitas jumlah tenaga kerja	IV-18
Tabel 4.5	Penyusunan network planning proyek tol layang AP. Pettarani	IV-22
Tabel 4.6	Rekapitulasi kebutuhan tenaga kerja	IV-26
Tabel 4.7	Rekapitulasi kebutuhan material	IV-27
Tabel 4.8	Rekapitulasi kapasitas alat berat	IV-30
Tabel 4.9	Hubungan ketergantungan pekerjaan (predecessor)	IV-35
Tabel 4.10	Hasil perbandingan analisa data Microsoft Excel dan Microsoft Project	IV-52

DAFTAR NOTASI

EF	= Waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan $ES + \text{waktu kegiatan yang diharapkan}$
ES	= Waktu tercepat suatu kegiatan dapat dimulai dengan memperhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pekerjaan
FF	= Hubungan <i>finish to finish</i> , Aktifitas A dan B selesai pada waktu yang sama
FS	= Hubungan <i>finish to start</i> , aktifitas B dapat dimulai setelah aktifitas A selesai dikerjakan
LF	= Waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa menunda dan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan $LS + \text{waktu kegiatan yang diharapkan}$
LS	= Waktu paling lambat untuk dapat memenuhi suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek
m	= Waktu yang paling tepat untuk menyelesaikan aktifitas, waktu yang paling sering terjadi jika aktivitas diulang beberapa kali (<i>most likely</i>)
SF	= Hubungan <i>start to finish</i> , aktifitas A dimulai maka aktifitas B sudah selesai
SS	= Hubungan <i>start to start</i> , aktifitas A dimulai maka aktifitas B juga dapat dimulai
t	= Waktu

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 4.1 Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek
- Lampiran 4.2 Time schedule rencana (kurva s)
- Lampiran 4.3 Basic price kota Makassar tahun 2019
- Lampiran 4.4 *Output cost* dan durasi *Microsoft Project*
- Lampiran 4.5 Gambar Kerja



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelaksanaan konstruksi merupakan salah satu bentuk kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan sumber daya tertentu, untuk mencapai hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur. Perkembangan konstruksi saat ini menjadikan pelaksanaan konstruksi semakin kompleks dan rumit, karena dalam pelaksanaan konstruksi yang besar dan kompleks membutuhkan sumber daya dari awal hingga akhir proyek (*Idzurnida Ismael, 2013*).

Demi kelancaran jalannya sebuah konstruksi dibutuhkan manajemen yang akan mengelolah pelaksanaan konstruksi dari awal hingga pelaksanaan konstruksi berakhir, yaitu manajemen konstruksi. Bidang manajemen konstruksi tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Manajemen konstruksi mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan (*Budi Sudaryono, 2011*).

Pelaksanaan suatu konstruksi dapat berhasil apabila sumber daya yang digunakan secara efektif dan efisien. Terbatasnya sumber daya yang tersedia akan menyebabkan keterlambatan durasi pelaksanaan. Durasi kegiatan suatu proyek berkaitan erat dengan pembiayaan. Memperpendek

durasi pelaksanaan terhadap durasi normalnya memerlukan peningkatan sumber daya seperti tenaga kerja, material dan sebagainya yang berisiko terjadi penambahan biaya langsung. Optimalisasi perlu dilakukan untuk memperpendek durasi pelaksanaan dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin.

Pada manajemen konstruksi, sebelum proyek dikerjakan perlu adanya tahap-tahap pengelolaan pelaksanaan konstruksi yang meliputi tahap perencanaan, tahap penjadwalan dan tahap pengendalian. Dari ketiga tahap ini, tahap perencanaan dan tahap penjadwalan adalah tahap yang menentukan berhasil atau tidaknya suatu konstruksi, karena penjadwalan adalah tahap ketergantungan antar aktifitas yang membangun pelaksanaan konstruksi secara keseluruhan.

Penjadwalan sendiri harus disusun secara sistematis dengan penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien agar tujuan pelaksanaan konstruksi biasa tercapai secara optimal. Suatu pelaksanaan konstruksi dapat dikatakan baik jika penyelesaian pelaksanaan konstruksi tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat. Pemecahan masalah penjadwalan yang baik dari suatu konstruksi adalah salah satu faktor keberhasilan dalam pelaksanaan konstruksi untuk selesai tepat pada waktunya yang merupakan tujuan pokok dan utama.

Untuk mengatasi masalah ini, harus diperhatikan jadwal waktu yang menunjukkan kapan berlangsungnya setiap aktifitas, sehingga sumber

daya dapat disediakan pada waktu yang tepat juga. Sebaliknya suatu perencanaan yang tidak tepat dan sistematis akan menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaannya.

Pada pelaksanaan pekerjaan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani memiliki nilai kontrak sebesar Rp. 2,1 Triliun dengan lama waktu penyelesaian selama 670 hari kalender. Pada analisis penjadwalan pada konstruksi ini menggunakan acuan analisa harga satuan berdasarkan analisa mereka sendiri (WIKABETON). Namun pada penelitian ini peneliti ingin membandingkan biaya dan waktu berdasarkan metode SNI dan Bina Marga tentang analisa harga satuan dari Permen PUPR (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) dan Surat Edaran Dirjen Bina Marga dengan bantuan aplikasi yaitu *Microsoft Office Project*.

Microsoft office project adalah sebuah aplikasi program penjadwalan dan pengendalian proyek, pencarian data, serta pembuatan grafik. Kegiatan manajemen berupa suatu proses kegiatan yang akan mengubah *input* menjadi *output* sesuai tujuannya. *Input* mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat, dan kegiatan-kegiatan. Seterusnya diproses menjadi suatu hal yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian.

Dengan alasan itulah analisis Tugas Akhir ini berjudul **“Rencana Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Layang**

dengan Microsoft Office Project (Studi Kasus : Jl. A.P. Pettarani Makassar – Sulawesi Selatan)”.
UNIVERSITAS
SULAWA

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah selisih biaya pelaksanaan konstruksi setelah ditinjau dengan menggunakan bantuan aplikasi *Microsoft Project*?
2. Berapakah selisih durasi pelaksanaan konstruksi setelah ditinjau dengan menggunakan bantuan aplikasi *Microsoft Project*?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui besarnya biaya dan durasi pelaksanaan pekerjaan dengan analisa perhitungan *Microsoft Project*.
2. Untuk mengetahui selisih biaya dan durasi pelaksanaan pekerjaan setelah ditinjau dengan menggunakan *Microsoft Project*.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memperdalam pengetahuan dalam ilmu manajemen khususnya dalam hal yang berkaitan dengan rencana biaya dan waktu pelaksanaan proyek,
2. Memberikan penekanan bahwa perencanaan biaya dan waktu yang sistematis dan baik dengan menggunakan software khusus

penjadwalan seperti *microsoft project* sangat bermanfaat terhadap sebuah implementasi proyek,

3. Untuk dijadikan bahan masukan bagi calon peneliti lainnya untuk mengembangkan ilmu manajemen dan penjadwalan proyek.

1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1. Pokok Bahasan

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disusun menurut studi pustaka sebelumnya, maka pokok bahasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: "Perencanaan biaya dan waktu proyek dengan menggunakan *Microsoft project* lebih efektif dan baik dibandingkan dengan menggunakan *Microsoft excel*."

1.4.2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan di atas, maka untuk memudahkan dalam pembahasan serta keterbatasan penulis dalam penyusunan materi dan untuk mencapai sasaran tujuan penelitian, maka dibatasi permasalahan tersebut, yaitu:

1. Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani merupakan proyek yang ditinjau pada Tugas Akhir ini yang dimana pekerjaan tersebut yaitu:
 - a. Struktur Bagian Bawah (*Bore Pile, Pile Cap, Coloum*)
 - b. Struktur Bagian Atas (*Pier Head*)
2. *Planning* dan *scheduling* dibuat dengan menggunakan *Microsoft Project*.

3. Tidak mengubah volume dari pelaksanaan pekerjaan Tol Layang A.P. Pettarani.
4. Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.28/PRT/M/2016 serta Surat Edaran Dirjen Bina Marga No.02/SE/Db/2018.
5. Tidak memakai data analisa pada lapangan hanya berdasarkan data analisa kontrak.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab dengan perincian isi dari tiap bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang memberikan gambaran umum yang meliputi Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Maksud dan Tujuan, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini secara singkat menguraikan kerangka teori yang berhubungan dengan objek penelitian, melalui teori-teori yang mendukung serta relevan dari buku atau literatur yang berkaitan dengan masalah yang diteliti dan juga sumber informasi dan referensi media lainnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan secara komprehensif tentang metode penelitian yang digunakan, yang berisi tentang jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, jenis data dan sumber data, serta prosedur penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil dan pembahasan dari penelitian tugas akhir ini yang disesuaikan dengan metode penelitian pada bab tiga, sehingga memberikan hasil penelitian dengan kriteria yang ada dan jawaban – jawaban dari pertanyaan yang telah disebutkan dalam rumusan masalah.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran dari keseluruhan pembahasan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, refleksi untuk memberikan saran berdasarkan kesimpulan penelitian untuk mengkaji dan menjawab rumusan yang sudah ada.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. (Soeharto, 1999)

Menurut Soeharto (1999), adapun tujuan dari proses manajemen proyek adalah sebagai berikut:

- a. Agar semua rangkaian pekerjaan tersebut tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu pelaksanaan pembangunan.
- b. Biaya yang sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan lagi diluar dari perencanaan biaya yang telah direncanakan.
- c. Proses dan kualitas sesuai dengan persyaratan.

Menurut O'Brien dan Marakas (2009:636) mendefinisikan manajemen proyek sebagai sebuah proses atau kegiatan mengatur keberlangsungan proyek pengembangan sistem informasi yang sesuai dengan rencana proyek sehingga proyek dapat diselesaikan tepat waktu, sesuai dana, dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Pengertian manajemen proyek menurut PMBOK (*Proyek Management Body of Knowledge*) dalam buku Santoso (2009:3), Manajemen Proyek adalah aplikasi pengetahuan, keterampilan, alat, dan

teknik dalam aktivitas-aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek.

Yang perlu dikelola dalam area manajemen konstruksi yaitu biaya, mutu, waktu, kesehatan dan keselamatan kerja, sumber daya, lingkungan, resiko, dan sistem informasi. Ada tiga garis besar untuk menciptakan berlangsungnya sebuah pelaksanaan pembangunan (*Prasetya, Heri dan Lukiastuti, Fitri 2009*), yaitu :

1. Perencanaan
2. Penjadwalan
3. Pengendalian

Menurut Heizer dan Render (2011:90)

1. *Planning* : Pada bagian ini termasuk penyusunan tujuan, mendefinisikan project dan team dalam organisasi
2. *Scheduling* : Pada bagian ini berhubungan dengan SDM, Budget dan pasokan untuk aktivitas spesifik dan aktivitas yang berhubungan dengan yang lainnya.
3. *Controlling* : Pada bagian ini berhubungan dengan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas.

Penyebab berhasil atau gagalnya sebuah pelaksanaan sering kali berhubungan dengan manajemen dalam pelaksanaan yaitu kurang terencananya kegiatan pelaksanaan serta pengendalian yang kurang efektif. Hal ini membuat pelaksanaan itu mengalami penurunan dari segi kualitas pekerjaan dan terjadi pembengkakan biaya pelaksanaan.

2.1.1. Perencanaan

Untuk mencapai tujuan sebuah pelaksanaan perlu suatu perencanaan yang matang, yaitu dengan meletakkan dasar tujuan dan sasaran dari suatu pelaksanaan sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administrasi agar dapat diimplementasikan. Tujuannya agar memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditentukan dalam batasan waktu, mutu, biaya dan keselamatan kerja. Perencanaan pelaksanaan dilakukan dengan cara studi kelayakan, rekayasa nilai, perencanaan area, manajemen konstruksi (biaya, mutu, waktu, kesehatan dan keselamatan kerja, sumber daya, lingkungan, resiko dan sistem informasi). (*Prasetya, Heri dan Lukiastuti, Fitri 2009*)

2.1.1.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu pelaksanaan konstruksi adalah kegiatan yang harus dilakukan sebelum pelaksanaan konstruksi dilaksanakan. RAB adalah banyaknya biaya yang dibutuhkan baik upah maupun bahan dalam sebuah pekerjaan pelaksanaan konstruksi. Daftar ini berisi volume, harga satuan, serta total harga dari berbagai macam jenis material dan upah tenaga yang dibutuhkan untuk pelaksanaan konstruksi tersebut. Pada Dinas Pekerjaan Umum (DPU) RAB dipergunakan untuk merencanakan jumlah biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan baik gedung milik negara yang ditangani oleh bidang Cipta Karya, sarana pengairan yang ditangani oleh bidang Pengairan, serta jalan dan jembatan yang ditangani oleh bidang Bina Marga.

Penghitungan RAB didasarkan pada suatu analisis yang dituangkan dalam standarisasi indeks biaya di lingkungan Kota/Kabupaten. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Burgeslijke Openbare Werken (BOW). Saat ini pembuatan RAB sampai penjabarannya menjadi daftar kebutuhan material dan upah tenaga di DPU masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang cukup panjang dan seringkali terjadi human error yang menyebabkan perhitungan menjadi salah dan merugikan beberapa pihak yang terlibat.

Metode untuk menghitung unit cost:

- a. Cara SNI
- b. Analisa BOW (Burgeslijke Openbare Werken, ditetapkan tgl. 28 Februari 1921)
- c. Cara dari Bina Marga
- d. Cara Modern
- e. Gabungan dan pengalaman
- a. Metode SNI

SNI merupakan pembaharuan dari analisa BOW (Burgeslijke Openbare Werken) 1921, dengan kata lain bahwasanya analisa SNI merupakan analisa BOW yang diperbaharui. Analisa SNI ini dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Dan Pengembangan Pemukiman. Sistem penyusunan biaya dengan menggunakan analisa SNI ini hampir sama dengan sistem perhitungan dengan menggunakan analisa BOW. Prinsip yang mendasar pada metode SNI adalah,

daftar koefisien bahan, upah dan alat sudah ditetapkan untuk menganalisa harga atau biaya yang diperlukan dalam membuat harga satu satuanpekerjaan bangunan.

Dari ketiga koefisien tersebut akan didapatkan kalkulasi bahan-bahan yang diperlukan, kalkulasi upah yang mengerjakan, serta kalkulasi peralatan yang dibutuhkan. Komposisi perbandingan dan susunan material, upah tenaga dan peralatan pada satu pekerjaan sudah ditetapkan, yang selanjutnya dikalikan dengan harga material, upah dan peralatan yang berlaku dipasaran. Dari data kegiatan tersebut di atas, menghasilkan produk sebuah analisa yang dikukuhkan sebagai Standar Nasional Indonesia (SNI) pada tahun 19911992, dan pada tahun 2001 hingga sekarang, SNI ini disempurnakan dan diperluas sasaran analisa biayanya.

b. Metode BOW

BOW (Burgeslijke Openbare Werken) adalah suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan Dir. BOW pada tanggal 28 Februari 1921 nomor 5372 A pada jaman Belanda. Dalam analisa BOW, telah ditetapkanangka jumlah tenaga kerja dan bahan untuk suatu pekerjaan. Prinsip yang terdapat pada metode BOW mencangkup daftar koefisien upah dan bahan yang telah ditetapkan Keduanya menganalisa harga (biaya) yang diperlukan untuk harga satuan pekerjaan bangunan. (Muh.Ridwan Abdullah 2000)

Dari koefisien tersebut akan didapatkan kalkulasi bahan-bahan yang diperlukan dan kalkulasi upah yang mengerjakan. Komposisi perbandingan dan susunan material serta tenaga kerja pada suatu pekerjaan sudah ditetapkan yang selanjutnya dikalikan harga material dan upah yang berlaku pada saat itu. Analisa BOW biasanya hanya dipakai untuk pekerjaan yang bersifat padat karya dan memakai peralatan konvensional (BOW, 1921), seperti pacul, engkrak, cetok, palu dan peralatan sederhana lainnya sehingga sampai sekarang masih digunakan oleh pemerintah dalam menghitung pembiayaan suatu kegiatan (proyek) yang berskala kecil. Namun didalam BOW juga ada analisa harga satuan pekerjaan untuk pekerjaan yang menggunakan alat berat, dan tentu saja untuk pekerjaan yang berskala besar.

c. Cara dari Bina Marga

Analisa biaya harga satuan yang telah disusun Bina Marga disediakan sebagai petunjuk dalam menyusun biaya pekerjaan jalan baik pada tahap perencanaan umum maupun pada tahap pelaksanaan, termasuk persiapan, perencanaan teknik akhir dan pemeliharaan jalan. (Bina Marga, 1995). Untuk sampai kepada biaya masing-masing item pekerjaan, dibuatkan satu analisa mengenai jumlah tenaga kerja, bahan-bahan dan peralatan yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan tersebut. (Bina Marga, 1995)

d. Cara modern

- Bahan

- Cara menghitung hampir sama dengan cara SNI atau BOW (bisa saja diambil dari cara SNI/BOW)

- Atau menggunakan tabel yang sudah disediakan.

- Upah

- Sudah disediakan tabel produktivitas tenaga kerja untuk melaksanakan suatu pekerjaan
- Harus direncanakan sendiri jumlah tenaga kerja yang akan digunakan.

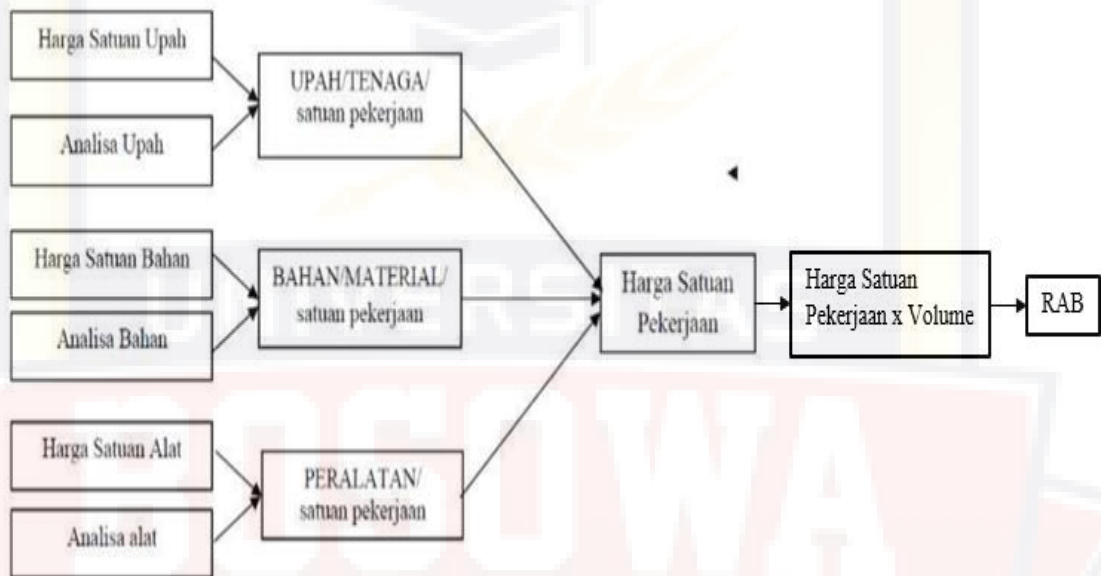
Dalam melakukan kegiatan perencanaan, seseorang perencana harus memahami proses konstruksi secara menyeluruh, termasuk jenis dan kebutuhan alat karena faktor tersebut dapat mempengaruhi biaya konstruksi. Hal lain yang ikut berkontribusi biaya adalah:

1. Produktivitas Tenaga Kerja
2. Ketersediaan material
3. Ketersediaan peralatan
4. Cuaca
5. Jenis kontrak
6. Masalah kualitas
7. Etika
8. Sistem pengendalian
9. Kemampuan manajemen

Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$RAB = \sum (\text{VOLUME} \times \text{HARGA SATUAN})$$

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat, dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda - beda dimasing - masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.



Gambar 2.1 Tahap Penyusunan Rencana Anggaran Biaya
 Sumber: <http://ppg.spada.ristekdikti.go.id/>

2.1.2. Penjadwalan

Penjadwalan merupakan kumpulan kebijaksanaan dan mekanisme disistem operasi yang berkaitan dengan urutan kerja yang dilakukan sistem komputer. Penjadwalan pelaksanaan meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan pelaksanaan konstruksi. Selain itu juga penjadwalan merupakan sesuatu yang lebih spesifik dan menjadi bagian dari perencanaan pelaksanaan konstruksi. Penjadwalan juga merupakan implementasi dari perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan konstruksi yang meliputi sumber daya (biaya,

tenaga kerja, peralatan, material), durasi dan progress waktu untuk menyelesaikan pelaksanaan konstruksi. Penjadwalan proyek mengikuti perkembangan konstruksi dengan berbagai permasalahannya. Proses monitoring dan updating selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang realistis sesuai dengan tujuan konstruksi (*Prasetya, Heri dan Lukiastuti, Fitri 2009*).

2.1.3. Pengendalian

Pengendalian konstruksi adalah kegiatan pengawasan / monitoring suatu konstruksi agar konstruksi tersebut dapat berjalan dengan lancar dan mendapatkan mutu yang baik, penggunaan biaya dan waktu serta evaluasi atau pengambilan langkah - langkah yang perlu dilakukan pada saat pelaksanaan, agar konstruksi dapat selesai sesuai dengan yang direncanakan.

Pengendalian mempengaruhi hasil akhir suatu pelaksanaan. Tujuan utamanya yaitu meminimalisasi segala penyimpangan yang dapat terjadi selama berlangsungnya suatu pelaksanaan. Tujuan dari pengendalian konstruksi yaitu optimasi kinerja biaya, waktu, mutu, dan keselamatan kerja harus memiliki kriteria sebagai tolak ukur. Kegiatan yang dilakukan dalam proses pengendalian yaitu berupa pengawasan, pemeriksaan, koreksi yang dilakukan selama proses implementasi (*Prasetya, Heri dan Lukiastuti, Fitri 2009*).

2.2. Biaya Konstruksi

Secara umum biaya konstruksi dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan terjadi komponen permanen hasil akhir konstruksi, yang meliputi:

- a. Biaya bahan/material
- b. Biaya upah kerja
- c. Biaya alat
- d. Biaya subkontraktor dan lain-lain

2. Biaya tidak langsung adalah segala sesuatu yang bukan merupakan komponen hasil akhir konstruksi, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasanya terjadi diluar konstruksi dan sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Walaupun sifatnya tetap, tetapi harus dilakukan pengendalian agar tidak melewati anggarannya yang meliputi:

- a. Gaji staf/pegawai tetap tim manajemen
- b. Biaya konsultan (perencana dan pengawas)
- c. Fasilitas sementara dilokasi konstruksi
- d. Peralatan konstruksi
- e. Pajak, pungutan, asuransi dan perizinan
- f. *Overhead*
- g. Biaya tak terduga
- h. Laba

Jadi biaya total konstruksi adalah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan waktu kemajuan konstruksi. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya makin lama konstruksi berjalan maka makin

tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Sedangkan biaya optimal didapat dengan mencari total biaya konstruksi yang terkendali.

2.3. Penjadwalan Konstruksi

Penjadwalan konstruksi adalah pembuatan rencana pelaksanaan setiap kegiatan di dalam suatu pelaksanaan konstruksi dengan mengoptimalkan efisiensi pemakaian waktu dan sumber daya yang tersedia, tetapi kesesuaian diantara kegiatan tetap dipenuhi. Menurut *Lawrence dan Pasternack (2001)* ada beberapa tujuan penjadwalan konstruksi meliputi :

- a. Menentukan jadwal paling awal dan paling akhir dari waktu mulai dan berakhir untuk setiap kegiatan yang mengarah ke waktu penyelesaian paling awal untuk keseluruhan konstruksi.
- b. Menghitung kemungkinan bahwa konstruksi akan selesai dalam jangka waktu tertentu.
- c. Mencari biaya jadwal minimum yang akan menyelesaikan sebuah konstruksi dengan tanggal tertentu.
- d. Menginvestasikan bagaimana keterlambatan untuk kegiatan tertentu mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan konstruksi.
- e. Monitoring sebuah pelaksanaan konstruksi untuk menentukan apakah berjalan tepat waktu.
- f. Mencari jadwal kegiatan yang akan memuluskan alokasi sumber daya selama durasi konstruksi dan sesuai anggaran.

2.4. Network Planning

Suatu kegiatan yang merupakan rangkaian penyelesaian pekerjaan haruslah direncanakan dengan sebaik-baiknya. Sedapat mungkin semua kegiatan atau aktifitas dalam perusahaan dapat diselesaikan dengan efisien. Semua aktifitas tersebut diusahakan untuk dapat selesai dengan cepat sesuai dengan yang diharapkan serta terintegritasi dengan aktifitas yang lainnya (Siska,2018).

Network planning adalah gambaran kejadian-kejadian dan kegiatan yang diharapkan akan terjadi dan dibuat secara kronologis serta dengan kaitan yang logis dan berhubungan dengan sebuah kejadian atau kegiatan dengan yang lainnya. Pelaksanaan pembangunan secara umum didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan - kegiatan (aktifitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapat satu tujuan tertentu. Dengan adanya *network*, manajemen dapat menyusun perencanaan penyelesaian pelaksanaan konstruksi dengan waktu dan biaya yang paling efisien (Siska,2018).

Di jaman software sekarang, network (saling terkait/jaringan) planning sudah bisa dibuat dalam bentuk *Ganttchart*, di Indonesia sering disebut dengan *Barchart*, hali ini karena penemu diagram batang tersebut adalah H.L Gantt, sehingga namanya diabadikan pada temuannya. Ganttchart yang berupa jaringan hanya bisa didapat pada software penjadwalan, karena software penjadwalan ada prodecessornya salah satunya yaitu Microsoft Project.

2.4.1. Metode Jalur Kritis / *Critical Path Method* (CPM) atau PERT

Menurut Render, Stair, Jr, dan Hanna (2012:480), mengatakan bahwa PERT adalah Probabilistik dan CPM adalah Determinasi. PERT dan CPM mengikuti enam langkah dasar seperti berikut:

1. Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
2. Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitasnya.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
4. Menetapkan perkiraan waktu dan/ atau biaya setiap aktivitas.
5. Menghitung jalur waktu terpanjang atau jalur kritis melalui jaringan.
6. Menggunakan jaringan untuk membangun perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

Menurut Heizer dan Render (2011:95), mengatakan bahwa PERT dan CPM keduanya dikembangkan pada tahun 1950 untuk membantu manajer jadwal, memantau dan mengendalikan proyek besar dan kompleks.

PERT yang memiliki kepanjangan *Program Evaluation Review Technique* sedangkan, CPM merupakan kepanjangan dari *Critical Path Method*. PERT dan CPM sangat penting karena akan menjawab pertanyaan sebagai berikut:

1. Kapan keseluruhan *project* akan berakhir.
2. Apa saja aktivitas critical dalam *project* yang tidak boleh ditunda dan jika ditunda akan menyebabkan keterlambatan.
3. Aktivitas mana yang tidak merupakan *critical* yang jika terlambat tidak akan mengganggu keseluruhan *project*.

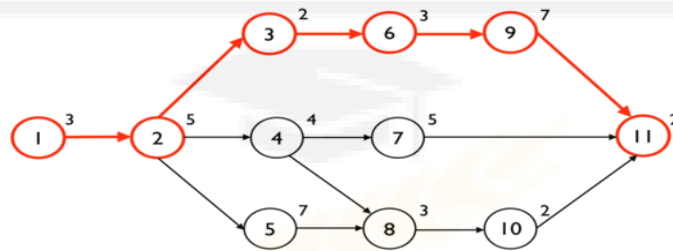
4. Berapa *probability project* akan selesai tepat pada waktu yang sudah ditentukan.
5. Dalam waktu tertentu, apakah *project* terschedule, mengalami keterlambatan atau terlalu cepat dari jadwalnya.
6. Pada waktu tertentu, apakah *cost* yang dikeluarkan sesuai dengan anggaran, kurang atau melebihi anggaran yang sudah ditetapkan.
7. Apakah resource yang tersedia dapat menyelesaikan *project* tepat waktu
8. Jika *project* ingin dipercepat dalam beberapa waktu, keputusan apa yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan *project* dengan cepat dan mengoptimalkan biaya.

Menurut Heizer dan Render (2011:95), mengatakan bahwa *Critical Path Method (CPM)*, Merupakan Teknik Manajemen Proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu per kegiatan. Sedangkan, Menurut Taylor III (2008:333), mengatakan bahwa suatu jaringan CPM terdiri dari cabang-cabang dan simpul-simpul yang mencerminkan aktivitas atau suatu *project* atau operasi dan simpul-simpul melambangkan awal dan akhir suatu aktivitas.

Metode jalur kritis atau *Critical Path Method (CPM)* Merupakan suatu metode penjadwalan *project* yang sudah dikenal dan sering digunakan sebagai sarana *management* dalam pelaksanaan suatu "*project*". Jaringan kerja pada suatu penjadwalan CPM terdiri dari beberapa jenis kegiatan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Bila

terjadi keterlambatan pada salah satu kegiatan, sering kali juga menyebabkan keterlambatan durasi *project* secara keseluruhan. Contoh

CPM :



Gambar 2.2 Jaringan CPM

Penentuan jalur kritis merupakan bagian utama dalam pengendalian proyek. Aktivitas pada jalur kritis merepresentasikan tugas-tugas yang akan menunda keseluruhan proyek, kecuali bila mereka dapat diselesaikan secara tepat waktu. Meskipun PERT dan CPM berbeda pada beberapa hal dalam terminologi dan konstruksi jaringan tapi keduanya memiliki tujuan yang sama.

Langkah pertama dalam jaringan PERT atau CPM adalah membagi keseluruhan proyek menjadi aktivitas-aktivitas yang signifikan, sesuai dengan struktur penguraian kerja. Ada dua pendekatan untuk menggambar jaringan proyek, yaitu aktivitas pada titik (*activity on node-AON*) dan aktivitas pada anak panah (*activity on arrow-AOA*). Perbedaan mendasar antara AON dan AOA adalah titik pada diagram AON menunjukkan aktivitas sedangkan titik pada diagram AOA menunjukkan waktu mulai dan waktu selesainya suatu aktivitas yang disebut kejadian. Pendekatan AOA terkadang memerlukan tambahan aktivitas *dummy (dummy activities)* untuk

memperjelas hubungan-hubungannya dan aktivitas ini mempunyai waktu penyelesaian nol.

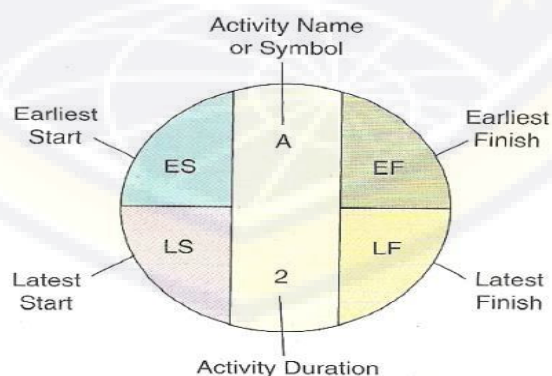
	Activity on Node (AON)	Activity Meaning	Activity on Arrow (AOA)
(a)		A comes before B, which comes before C.	
(b)		A and B must both be completed before C can start.	
(c)		B and C cannot begin until A is completed.	
(d)		C and D cannot begin until A and B have both been completed.	
(e)		C cannot begin until both A and B are completed; D cannot begin until B is completed. A dummy activity is introduced in AOA.	
(f)		B and C cannot begin until A is completed. D cannot begin until both B and C are completed. A dummy activity is again introduced in AOA.	

Gambar 2.3 Perbandingan Dua Pendekatan Menggambarkan Jaringan Kerja

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, jalur kritis adalah jalur waktu terpanjang yang terdapat di seluruh jaringan. Jadi untuk mengetahui seberapa lama proyek dapat diselesaikan dapat dilakukan dengan analisis jalur kritis (*critical path analysis*) pada jaringan. Jalur kritis menghitung dengan dua waktu awal dan akhir yang berbeda untuk setiap aktivitas seperti berikut:

1. Mulai Paling Awal (*Earliest Start-ES*) yaitu waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dengan asumsi semua pendahulunya sudah selesai.
2. Selesai Paling Awal (*Earliest Finish-EF*) yaitu waktu paling awal suatu aktivitas dapat selesai.
3. Mulai Paling Lambat (*Latest Start-LS*) yaitu waktu terakhir suatu aktivitas dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian seluruh proyek.
4. Selesai Paling Lambat (*Latest Finish-LF*) yaitu waktu terakhir suatu aktivitas dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

Proses yang digunakan untuk menentukan jadwal waktu setiap aktivitas adalah *two-pass* yang terdiri dari *forward pass* (ES dan EF) dan *backward pass* (LS dan LF). *Forward pass* dan *backward pass* menggunakan notasi untuk menunjukkan jadwal-jadwal aktivitas pada jaringan proyek dengan jelas ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Notasi Pada Titik untuk *Forward* dan *Backward Pass*

Aturan Waktu Mulai Paling Awal adalah sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan. Jika suatu aktivitas hanya mempunyai satu pendahulu langsung maka ES-nya sama dengan EF dari pendahulunya. Jika suatu aktivitas mempunyai beberapa pendahulu langsung maka ES-nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya, yaitu:

$$ES = \text{Max} \{EF \text{ semua pendahulu langsung}\}$$

Aturan Waktu Selesai Paling Awal adalah waktu selesai paling awal (EF) dari suatu aktivitas jumlah dari waktu mulai paling awal (ES) dan waktu aktivitas itu sendiri, yaitu:

$$EF = ES + \text{Waktu aktivitas}$$

Aturan Waktu Selesai Paling Lambat adalah sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan. Jika suatu aktivitas hanya pendahulu langsung dari satu aktivitas maka LF-nya sama dengan LS dari aktivitas yang secara langsung mengikutinya. Jika suatu aktivitas adalah pendahulu langsung dari lebih dari satu aktivitas maka LF adalah nilai minimum dari seluruh nilai LS dari aktivitas-aktivitas yang secara langsung mengikutinya, yaitu:

$$LF = \text{Min} \{LS \text{ dari seluruh aktivitas yang langsung mengikutinya}\}$$

Aturan Waktu Mulai Paling Lambat adalah waktu mulai paling lambat (LS) dari suatu aktivitas adalah selisih dari waktu selesai paling lambat (LF) dan waktu aktivitasnya, yaitu:

$$LS = LF - \text{Waktu aktivitas}$$

Setelah menghitung waktu paling awal dan waktu paling lambat dari semua aktivitas, maka menemukan jumlah waktu longgar (*slack time*) atau waktu bebas yang dimiliki setiap aktivitas menjadi mudah. *Slack* adalah waktu luang yang dimiliki oleh sebuah aktivitas untuk dapat diundur pelaksanaannya tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$Slack = LS - ES \text{ atau } LF - EF$$

Aktivitas dengan *slack* = 0 disebut sebagai aktivitas kritis (*critical activity*) dan berada pada jalur kritis. Dalam mengenali semua waktu paling awal dan paling lambat serta jalur kritis terkait, waktu penyelesaian suatu aktivitas memiliki variasi yang banyak dan bergantung pada faktor-faktor tertentu. Hal ini berarti kita tidak dapat mengabaikan pengaruh variabilitas waktu aktivitas saat melakukan penjadwalan proyek, maka kita dapat mengatasinya dengan PERT.

Menurut Heizer dan Render (2011:95), PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu aktivitas tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*). PERT memakai 24 distribusi probabilitas berdasarkan tiga perkiraan waktu (*three times estimates*) untuk masing-masing aktivitas, yaitu:

$$a = \text{waktu optimistis (optimistic time)}$$

Waktu tersingkat untuk menyelesaikan aktivitas bila segala sesuatunya berjalan mulus sesuai rencana. Waktu demikian diungguli

hanya sekali dalam seratus kali bila aktivitas tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

m = waktu realistis (*most likely time*)

Waktu yang paling sering terjadi atau realistis dibanding dengan yang lain bila aktivitas dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

b = waktu pesimistis (*pessimistic time*)

Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan aktivitas, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik atau tidak diharapkan. Waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila aktivitas tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

Menurut Heizer dan Render (2011:95), mengatakan bahwa *PERT* adalah Teknik Manajemen Proyek yang mempekerjakan tiga kegiatan waktu untuk setiap kegiatan. Menurut Taylor III (2008:342), mengatakan bahwa waktu aktivitas bersifat tidak pasti, namun ketidakpastian yang terdapat pada estimasi waktu aktivitas dapat dijadikan sedikit pasti dengan menggunakan probabilitas estimasi waktu dibandingkan dengan satu estimasi.

PERT (Project Evaluation and Review Technique) menggunakan waktu aktivitas yang bersifat probabilitas. Dikembangkan untuk mengatasi ketidakpastian waktu pengerjaan aktivitas. Oleh karena itu, dikenal tiga perkiraan waktu (*Three Time Estimates*), untuk masing-masing jaringan aktivitas yang akan memungkinkan melakukan estimasi atas rata-rata dan

varians atas distribusi beta suatu aktivitas.” Penjelasan tiga estimasi tersebut adalah:

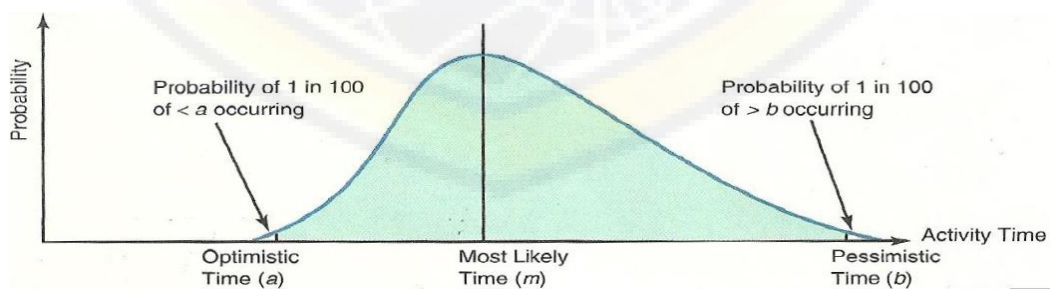
1. Waktu yang paling mungkin/*Most Likely* (M) : Waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas, merupakan waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.
2. Waktu optimis/*Optimistic* (a) : Waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi.
3. Waktu pesimis/*Pesimistic* (b) : Waktu terpanjang kejadian yang mungkin dibutuhkan.

Rumus yang digunakan untuk menentukan rata-rata waktu yang diharapkan dari suatu kegiatan adalah :

$$t(\text{time}) = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$\text{Variance waktu : } v = \frac{(b-a)}{6}(2)$$

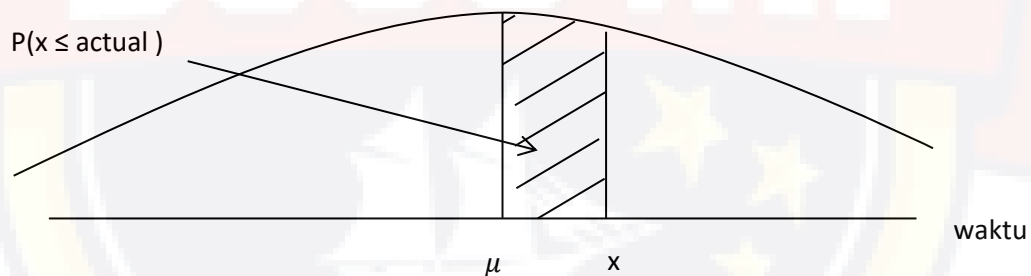
Metode PERT menggunakan teori probabilitas untuk mengkaji dan mengukur ketidakpastian serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Teori probabilitas dengan kurva distribusinya akan menjelaskan arti tiga angka tersebut yang merupakan *range time* ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kurva Distribusi Asimetris (β) dengan a , m , dan b

Menurut Taylor III (2008:347), mengatakan bahwa Metode CPM mengasumsikan bahwa waktu aktivitas adalah *independent* secara *statis*, yang memungkinkan PERT untuk menjumlahkan perkiraan waktu aktivitas dan varians secara terpisah untuk memperoleh perkiraan waktu *project* dan *variance*.

Dengan demikian, diasumsikan bahwa rata-rata dan *variance* jaringan didistribusikan secara normal berdasarkan pada dalil batas tengah probabilitas yang untuk analisis PERT dan *independent* secara *statistic*, maka jumlah rata-rata aktivitas sepanjang garis edar kritis akan mendekati rata-rata distribusi normal. Berdasarkan asumsi-asumsi ini, dapat diinterpretasikan perkiraan waktu *project* (t_p) dan Varian (V_p) sebagai rata-rata (μ) dan *variance* (σ^2) suatu distribusi normal”.



Gambar 2.6 Probabilitas Jaringan *Project*

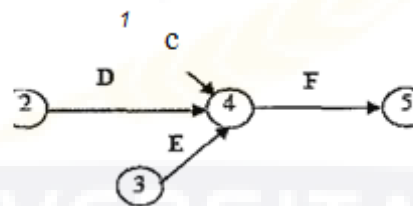
Menurut Nugroho (2007:75), adapun logika kebergantungan kegiatan-kegiatan itu dinyatakan sebagai berikut:

1. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai, maka hubungan antara kedua kegiatan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.7

Q))^A---+•O" ---{)^R

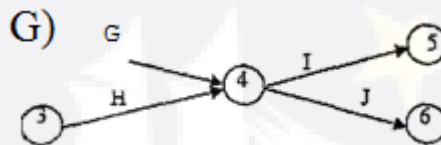
Gambar 2.7 Kegiatan A Merupakan Pendahulu Kegiatan B

2. Jika kegiatan C, D dan E harus selesai sebelum kegiatan F dapat dimulai, maka dapat dilihat pada gambar 2.8



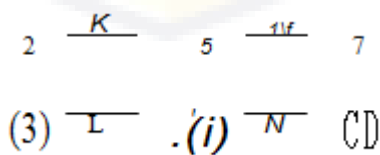
Gambar 2.8 Kegiatan C, D, dan E Merupakan Pendahulu Kegiatan F

3. Jika kegiatan G dan H harus dimulai sebelum kegiatan I dan J maka dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Kegiatan G dan H Merupakan Pendahulu Kegiatan I dan J

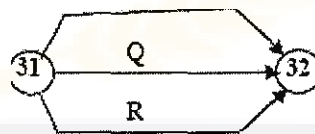
4. Jika kegiatan K dan L harus selesai sebelum kegiatan M dapat dimulai, tetapi N sudah dapat dimulai bila kegiatan L sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Kegiatan L Merupakan Pendahulu Kegiatan M dan N

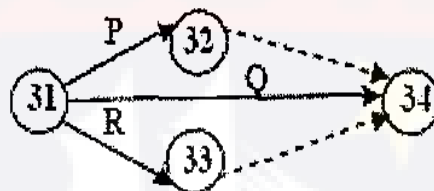
Fungsi *dummy* di atas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan L dari lingkungan kejadian no.4 ke lingkungan kejadian no.5.

5. Jika kegiatan P, Q, dan R mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarkan seperti pada gambar 2.11

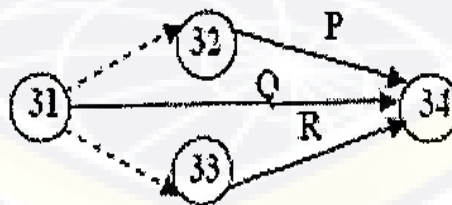


Gambar 2.11 Gambar yang Salah Hilangkan Kegiatan P, Q, dan R Mulai dan Selesai Pada Kejadian yang Sama

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan *dummy* seperti pada gambar 2.12



Atau



Gambar 2.12 *Dummy*

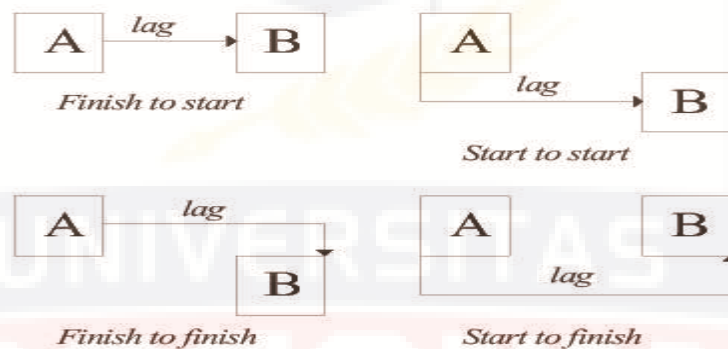
Kegiatan P = 31,32) P=(32,34)

Q = (31,34) atau Q=(31,34)

R = (31,33) R=(33,34)

Dalam hal ini tidak menjadi soal dimana saja diletakkannya *dummy* tersebut, pada permulaan atau pun pada akhir kegiatan-kegiatan tersebut.

Menurut Kerzner (2009), hubungan antar aktivitas proyek dapat dinyatakan dengan *finish to start*, *start to start*, *finish to finish*, *start to finish*, dengan *lag* dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Hubungan Antar Aktivitas

Dari Gambar 2.13, menunjukkan contoh hubungan antara 2 aktivitas, yaitu aktivitas A dan aktivitas B sebagai berikut :

1. *Finish to start* (FS)

Hubungan *finish to start* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana aktivitas B dapat dimulai setelah aktivitas A selesai dikerjakan.

2. *Start to start* (SS)

Hubungan *start to start* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana ketika aktivitas A dimulai maka aktivitas B juga dapat dimulai.

3. *Finish to .finish* (FF)

Hubungan *finish to finish* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana aktivitas A dan aktivitas B selesai pada waktu yang sama.

4. *Start to Finish* (SF)

Hubungan *start to finish* antara aktivitas A dan B adalah hubungan aktivitas dimana ketika aktivitas A dimulai maka aktivitas B sudah selesai.

5. *Lag*

Lag adalah jumlah waktu diantara mulai atau selesainya aktivitas A dengan mulai atau selesainya aktivitas B yang dapat bernilai positif atau negatif.

2.4.2. Persyaratan Urutan Pekerjaan

Langkah-langkah dalam perencanaan proyek menggunakan metode CPM :

1. Tentukan rincian kegiatan.

Dari rincian kegiatan yang harus dilakukan dalam sebuah proyek, tambahkan informasi durasi dan identifikasikan prasyarat kegiatan sebelumnya yang harus terselesaikan terlebih dahulu.

2. Tentukan urutan kegiatan dan gambarkan dalam bentuk jaringan.

Beberapa kegiatan akan dapat dimulai dengan sangat tergantung pada penyelesaian kegiatan lain. Relasi antar kegiatan ini harus diidentifikasi dan digambarkan secara berurutan dalam bentuk titik dan busur.

3. Susun perkiraan waktu penyelesaian untuk masing-masing kegiatan.

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan dapat diestimasi dengan menggunakan pengalaman masa lalu atau perkiraan dari para praktisi. CPM tidak memperhitungkan variasi waktu penyelesaian, sehingga hanya satu perkiraan yang akan digunakan untuk memperkirakan waktu setiap kegiatan.

4. Identifikasi jalur kritis (jalan terpanjang melalui jaringan).

Jalur kritis adalah jalur yang memiliki durasi terpanjang yang melalui jaringan. Arti penting dari jalur kritis adalah bahwa jika kegiatan yang terletak pada jalur kritis tersebut tertunda, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan otomatis juga akan tertunda. Pada jalur selain jalur kritis, akan ditemui waktu longgar/waktu toleransi (slack time) yaitu sejumlah waktu sebuah kegiatan dapat ditunda tanpa menunda penyelesaian proyek secara keseluruhan.

5. Update Diagram CPM.

Pada saat proyek berlangsung, waktu penyelesaian kegiatan dapat diperbarui sesuai dengan diperolehnya informasi dan asumsi baru. Sebuah jalur kritis baru mungkin akan muncul, dan perubahan bentuk jaringan sangat mungkin harus dilakukan.

Keterbatasan CPM adalah digunakannya satu angka perkiraan waktu penyelesaian bagi setiap kegiatan. Jika memang dibutuhkan perencanaan proyek yang lebih kompleks, metode PERT dengan tiga varian waktu perkiraan akan dapat memberikan alternatif perkiraan waktu penyelesaian proyek yang lebih terbuka.

Pertimbangan suatu pekerjaan dilakukan pengurutan adalah karena berbagai kegiatan tidak dapat dimulai sebelum kegiatan-kegiatan lain diselesaikan, dan mungkin ada kegiatan lainnya yang dapat dilaksanakan secara bersamaan dan atau tidak saling bergantung. Konsep waktu dalam jaringan kerja dapat didefinisikan sebagai berikut :

1. ES (*Earliest Start Time*) adalah waktu paling awal (tercepat) suatu kegiatan dapat dimulai dengan memperhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pengerjaan.
2. LS (*Latest Start Time*) adalah waktu yang paling lambat untuk dapat memenuhi suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.
3. EF (*Earliest Finish Time*) adalah waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan ES + waktu kegiatan yang diharapkan.
4. LF (*Latest Finish Time*) adalah waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa menunda dan penyelesaian proyek secara

Keseluruhan, atau sama dengan LS + waktu kegiatan yang diharapkan. Diagram jaringan kerja *node* (lingkaran) yang merupakan lambang dari suatu *event* dibagi atas tiga bagian dengan fungsi masing-masing.

2.4.3. Pengertian Jalur Kritis dan *Dummy*

Menurut Badrusomad (2007:1), Jalur kritis adalah serangkaian aktivitas yang saling berurutan dari awal hingga akhir proyek yang jika salah

satu atau lebih aktivitas terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara langsung. Jalur kritis mempunyai tiga ciri khusus, ketiga ciri-ciri tersebut bisa dijadikan acuan untuk mengetahui jaringan kerja. Berikut ini adalah ciri-ciri dari jalur kritis :

1. Jalur yang memakan waktu terpanjang dalam suatu proses
2. Jalur dengan tegangan waktu antara selesainya suatu tahap kegiatan dengan mulainya suatu tahap kegiatan berikutnya.
3. Tidak adanya tegangan waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis.

Dummy adalah aktivitas yang tidak mempunyai waktu pelaksanaan dan hanya diperlukan untuk menunjukkan kegiatan dengan aktivitas pendahulu. *Dummy* diperlukan untuk menggambarkan adanya hubungan diantara kegiatan. Mengingat *dummy* merupakan kegiatan semu maka lama kegiatan *dummy* adalah nol. *Dummy* terdiri dari dua macam yaitu:

1. *Gramatical Dummy*

Gramatica dummy diperlukan untuk menghindari kekacauan penyebutan suatu kegiatan apabila terdapat dua atau lebih kegiatan yang berasal dari peristiwa yang sama (misalnya i) dan berakhir pada suatu peristiwa yang sama pula (misalnya j). *Gramatical dummy* akan memudahkan komputer untuk membedakan kegiatan satu dengan yang lain.

2. *Logical Dummy*

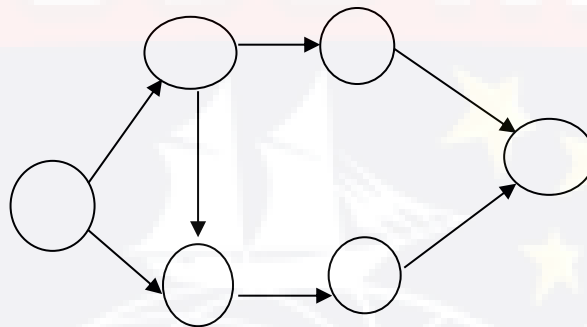
Logical *dummy* digunakan untuk memperjelaskan hubungan antara kegiatan.

2.4.4. Perbedaan AOA dan AON

Menurut Pardede (2005:519-520), Perbedaan AOA dan AON yang digunakan dalam *network planning* adalah sebagai berikut:

1. AOA (*Activity On Arrow*)

Pendekatan ini digunakan pada CPM yang menggunakan anak panah sebagai representasi dari kegiatan, setiap kegiatan ditunjukkan dengan titik panah dari setiap kegiatan atau peristiwa ditunjukkan dengan sebuah titik atau lingkaran. Titik atau lingkaran tersebut dihubungkan dengan tanda panah yang berarti bahwa 2 peristiwa yang berurutan dihubungkan dengan satu anak panah.

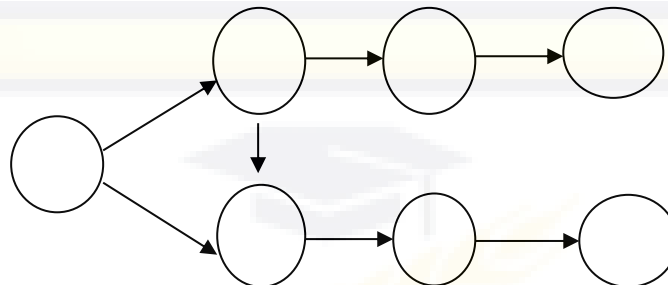


Gambar 2.14 Jaringan *Activity On Arrow* (AOA)

2. AON (*Activity On Node*)

Pendekatan ini digunakan pada PERT yang menggunakan lingkaran (*Node*) sebagai simbol kegiatan, setiap kegiatan ditunjukkan dengan satu titik atau satu lingkaran sedangkan tanda panah menunjukkan hubungan-hubungan prasyarat untuk setiap kegiatan. Dengan kata lain,

dua kegiatan dihubungkan oleh panah yang menunjukkan pelaku kegiatan-kegiatan tersebut.



Gambar 2.15 Jaringan *Activity On Node* (AON)

2.4.5. Metode Perencanaan Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)

Di dalam perencanaan suatu konstruksi di samping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminimum mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian konstruksi dengan biaya - biaya konstruksi yang bersangkutan. (Siska, 2018)

Sering terjadi suatu konstruksi harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran waktu dan biaya). Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian konstruksi maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung konstruksi akan berkurang.

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk menentukan durasi pekerjaan konstruksi (Ilham,2013). Cara-cara tersebut antara lain :

1. Metode *Trial and Error*

Pendekatan metode ini dengan cara mencoba-coba. Mencoba sesuatu secara berulang-ulang walaupun selalu menemukan kegagalan dan akhirnya menemukan suatu kebenaran. Dengan carai ini seseorang telah aktif melakukan suatu kegiatan konstruksi.

2. Metode *Minimum Moment Algorithm* (MMA)

Menggambarkan suatu proses yang sistematis untuk keperluan pemerataan sumber daya di mana jadwal (*schedule*) dapat mengukur setiap perbaikan yang terjadi untuk setiap upaya pemerataan yang dilakukan. Sasaran *minimum moment algorithm* adalah untuk mencapai pendistribusian sumber daya yang seragam selama pelaksanaan proyek. Tingkat perubahan tersebut dapat ditentukan dengan suatu faktor yang disebut faktor perbaikan (*Improvement Factor*) dengan rumus sebagai berikut :

Di mana :

$$IF = r \left(\sum_{1}^{m} xi - \sum_{1}^{m} wi - mr \right)$$

IF = *Improvement Factor*, faktor perbaikan pergeseran aktifitas

r = Sumber daya harian

m = Jumlah hari minimum aktifitas yang digeser atau

durasi aktifitas (*free float*)

x_i = Jumlah sumber daya perhari untuk rentang waktu

bersangkutan dimana sumber daya direduksi

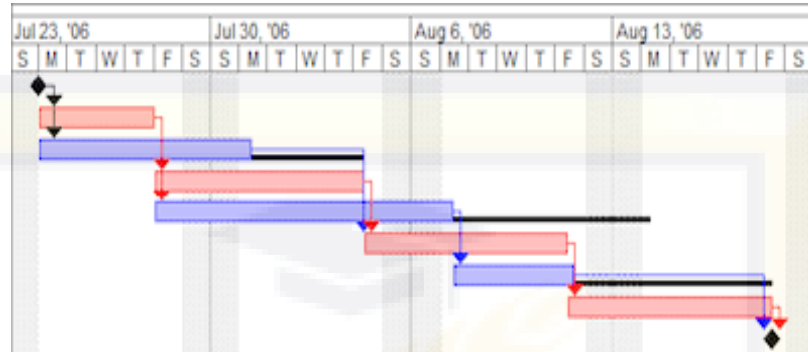
w_i = Jumlah sumber daya perhari untuk rentang waktu

bersangkutan di mana sumber daya ditambahkan.

Langkah kerja metode *Minimum Momen Algorithm* (MMA):

1. Membuat jaringan kerja dari ketergantungan antar aktifitas;
2. Menentukan jalur kritis, kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis diletakkan pada urutan pertama pada bagan balok dan kemudian diikuti oleh kegiatan yang bukan jalur kritis sesuai dengan urutan;
3. Aktifitas yang tidak mempunyai ambang bebas (FF) tidak perlu diperhitungkan faktor perbaikan (IF);
4. *Improvement Factor* (IF) untuk setiap hari pergeseran untuk setiap aktifitas dapat dihitung;
5. IF yang mempunyai nilai positif terbesar yang diambil;
6. Jika terdapat hasil yang sama diantara pilihan, prioritas diberikan kepada aktifitas yang mempunyai tenaga kerja harian yang terbesar;
7. Setelah pergeseran aktifitas terjadi, rekalkulasi total sumber daya harian, proses ini dilanjutkan sampai semua nilai IF telah mencapai harga negatif.

2.5. Bar Chart (Gantt Chart)



Gambar 2.16. Gant Chart

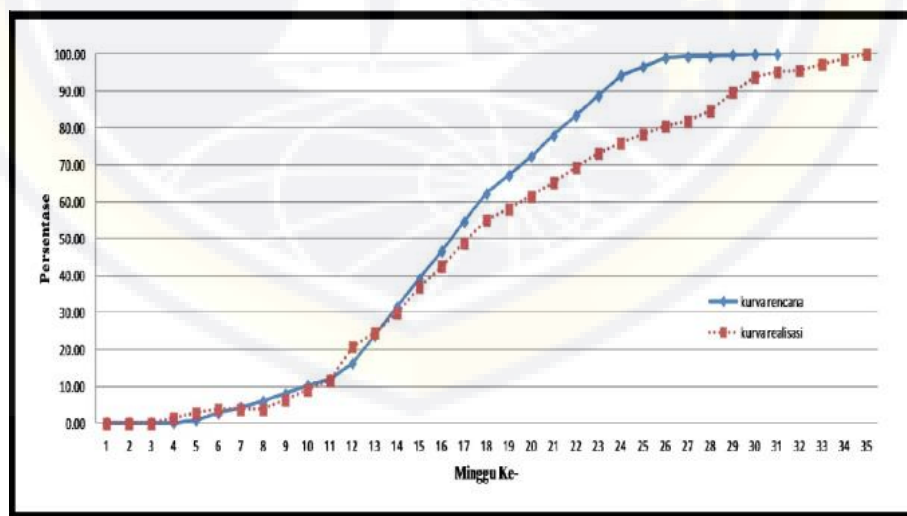
Bar chart pertama kali dikembangkan oleh Hendry L. Gantt (1861-1919) sehingga sering juga disebut *Gantt chart*, adalah suatu diagram yang terdiri dari batang-batang yang menunjukkan saat dimulai dan saat selesai yang direncanakan untuk kegiatan-kegiatan pada suatu konstruksi.

Gantt chart lebih dikenal karena penggunaannya yang mudah dan sederhana. *Gantt chart* digunakan dengan mudah karena pelaksanaan sebuah pekerjaan tidak terganggu oleh kegiatan lainnya yang benar-benar dikerjakan sesuai dengan urutan pekerjaan tanpa mendahului atau melewati waktu perencanaan.

Dengan menggunakan *gant chart* dapat diperoleh berbagai keuntungan seperti pada pelaksanaan pekerjaan, sebuah aktifitas mudah untuk dipahami urutan pekerjaannya. Dengan menggunakan *gant chart* sebuah urutan pelaksanaan mudah dibuat dan diperbaiki. Namun akibat dari ketidaktergantungannya pekerjaan yang satu dengan yang lain, maka pelaksanaan pekerjaan akan menjadi lebih lama.

2.6. Kurva “S”

Kurva-S atau *S-Curve* adalah suatu grafik hubungan antara waktu pelaksanaan konstruksi dengan nilai akumulasi progress pelaksanaan konstruksi mulai dari awal hingga proyek selesai. Kurva S sudah jamak bagi pelaku konstruksi. Umumnya proyek menggunakan *S-Curve* dalam perencanaan dan monitoring *schedule* pelaksanaan konstruksi, baik pemerintah maupun swasta. Kurva-S ini secara gampang akan terdiri atas dua grafik yaitu grafik yang merupakan rencana dan grafik yang merupakan realisasi pelaksanaan. Perbedaan garis grafik pada suatu waktu yang diberikan merupakan deviasi yang dapat berupa *Ahead* (realisasi pelaksanaan lebih cepat dari rencana) dan *Delay* (realisasi pelaksanaan lebih lambat dari rencana). Indikator tersebut adalah satu-satunya yang digunakan oleh para pelaku proyek saat ini atas pengamatan pada konstruksi-konstruksi yang dikerjakan di Indonesia. Terdapat dua macam kurva-S yakni kurva-S rencana dan kurva-S *actual*. (Blog Teknisi, 2017)



Gambar 2.17. Kurva S

2.6.1. Manfaat Penggunaan Kurva-S

Kepraktisan menggunakan alat ini menjadikannya sebagai alat yang paling banyak digunakan dalam konstruksi. Namun juga tidak sedikit konstruksi yang menjadikan alat ini hanya sebatas hiasan dinding ruang rapat konstruksi. Mungkin agar terlihat “keren” atau yang lain. Padahal manfaat dari Kurva-S ini cukup banyak disamping sebagai alat indikator dan monitoring schedule pelaksanaan konstruksi. (Blog Teknisi, 2017)

Ada beberapa manfaat lain dari Kurva-S yang dapat diaplikasikan di konstruksi, yaitu:

- Sebagai alat yang dapat membuat prediksi atau *forecast* penyelesaian konstruksi;
- Sebagai alat untuk mereview dan membuat program kerja pelaksanaan konstruksi dalam satuan waktu mingguan atau bulanan. Biasanya untuk melakukan percepatan;
- Sebagai dasar perhitungan eskalasi proyek
- Sebagai alat bantu dalam menghitung cash flow
- Untuk mengetahui perkembangan program percepatan
- Untuk dasar evaluasi kebijakan manajerial secara makro

2.7. Microsoft Office Project

Microsoft office project adalah sebuah aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen suatu konstruksi, pencarian data, serta pembuatan grafik. Kegiatan manajemen berupa suatu proses kegiatan yang akan mengubah *input* menjadi *output* sesuai tujuannya. *Input*

mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat, dan kegiatan-kegiatan. Seterusnya diproses menjadi suatu hal yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian. (Siska, 2018)

Beberapa jenis metode manajemen konstruksi yang dikenal saat ini, antara lain CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), PDM (*Preceden Diagram Method*), dan *Gant Chart* yang dimana *Microsoft office project* merupakan penggabungan dari keempatnya. *Microsoft office project* juga merupakan sistem perencanaan yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*scheduling*) suatu konstruksi atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft office project* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber daya (*resource*), baik berupa sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan. (Siska,2018)

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft office project* adalah:

1. Mengetahui durasi kerja konstruksi,
2. Membuat durasi optimum,
3. Mengetahui predecessor/hubungan keterkaitan antar pekerjaan,
4. Mengetahui lintasan kritis proyek,
5. Mengendalikan jadwal yang dibuat,
6. Mengalokasikan sumber daya (*resource*) yang digunakan, dll.

2.7.1. Tujuan *Microsoft Office Project*

Tujuan yang diharapkan dari sistem ini adalah penggunaan platform atau sistem project management yang efektif & seragam (*uniform*), menghilangkan duplikasi informasi & *data entry*, menurunkan ketergantungan terhadap spreadsheet, memudahkan pembuatan laporan konsolidasi, dan memperbaiki komunikasi antara staf/karyawan. Sehingga keuntungan yang diperoleh dari sistem ini seperti informasi proyek yang *up-to-date*, akurat, tepat waktu, dan dipercaya, bukanlah hal yang sulit untuk dipenuhi. (Madcoms Madiun,2013)

2.7.2. Istilah–istilah *Microsoft Office Project*

Di dalam *Microsoft office project* terdapat istilah-istilah sebagai berikut:

a. *Task*

Task merupakan lembar kerja yang berisi tentang rincian pekerjaan. Jenis pekerjaan dalam suatu konstruksi sering disebut dengan istilah *task*. Jenis pekerjaan ini ada yang bersifat global, bahkan sampai pada rincian yang bersifat detail.

b. *Duration*

Duration adalah jangka waktu atau lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, satuan waktu disini terbagi atas

- *Minutes (mins)* : Menit
- *Hours (hrs)* : Jam
- *Days (days)* : Hari

- Elapsed Day (ed) : 1 Hari Penuh
- Elapsed Week (ew) : 1 Minggu Penuh
- Weeks (wks) : Minggu
- Months (months) : Bulan

c. *Start*

Start adalah suatu nilai yang menyatakan tanggal awal atau dimulainya suatu konstruksi tertentu. Pengisiannya dilakukan hanya sekali pada waktu awal konstruksi.

d. *Finish*

Finish adalah suatu nilai yang menyatakan tanggal akhir atau diakhirinya suatu konstruksi tertentu. Pengisiannya dilakukan secara otomatis setelah ditentukan durasi pekerjaan.

e. *Predecessor*

Predecessor adalah hubungan keterkaitan antar pekerjaan, yaitu suatu keterhubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan sebelumnya.

f. *Resources*

Resources adalah sumber daya, baik sumber daya personil maupun sumber daya non personil (material, dan lain-lain).

g. *Cost*

Cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu konstruksi, yang meliputi sumber daya personil maupun non personil, yang

sifatnya biaya tetap maupun biaya variabel. Dapat dihitung per jam, harian, minggu, bulanan maupun borongan.

h. *Gant Chart*

Gant chart adalah salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft project* yang berupa batang-batang horizontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.

i. *Baseline*

Baseline adalah suatu bentuk perencanaan (*scope, time, schedule, cost*) yang telah disetujui dan ditetapkan dalam suatu konstruksi. Digunakan sebagai acuan dan perbandingan antara rencana kerja yang dipunyai dengan kenyataan di lapangan.

j. *Tracking*

Tracking adalah bentuk penelusuran atau peninjauan antara hasil kerja yang dilakukan di lapangan dengan rencana awal suatu konstruksi, sehingga bisa membandingkan rencana dasar dengan kenyataan di lapangan.

k. *Milestone*

Milestone adalah suatu bentuk penanda pekerjaan, yang menunjukkan bahwa pekerjaan yang dimaksud telah selesai. Digambarkan dengan nilai durasi ()

Pada siklus konstruksi, *Microsoft Project* memiliki fitur-fitur yang memungkinkan Anda untuk membuat rencana dan melacak progress

rencana untuk memonitor progress/pelaksanaan rencana yang telah dilakukan.

Ketika membuat perencanaan, informasi konstruksi yang dibutuhkan meliputi:

- 1) Milestone
- 2) Tanggal Mulai dan Berakhir Project
- 3) Kalendar konstruksi
- 4) Pengelompokan Pekerjaan
- 5) Pekerjaan/Aktifitas yang dilakukan
- 6) Durasi pekerjaan
- 7) Relasi/hubungan antar pekerjaan
- 8) Sumber daya manusia yang terlibat (beserta kalendar jika berbeda dengan kalender konstruksi)
- 9) Biaya-biaya yang dibutuhkan
- 10) Batasan-batasan/Deadlines
- 11) Data yang konsisten

Informasi ini yang dibutuhkan ketika kita membuat perencanaan konstruksi. Ketika informasi di atas sudah dimasukkan dalam *Microsoft Office Project*, Anda dapat melihat berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi, kapan konstruksi mulai dan kapan selesai, kapan aktifitas tertentu dimulai atau kapan selesai, siapa saja tenaga kerja yang terlibat. Semakin detail informasi yang dibutuhkan semakin detail pula data perencanaan yang perlu diberikan dan ini bisa bergantung pada

seberapa detail informasi yang dibutuhkan pada pengelolaan suatu konstruksi.

Dengan menggunakan *Microsofts Office Project* Anda lebih mudah dalam menganalisa bagaimana progress aktual konstruksi dibandingkan dengan rencana konstruksi sehingga keputusan/perencanaan selanjutnya dapat di-*mapping* dan dapat ditentukan (lebih matang).

2.7.3. Kelebihan dan kekurangan *Microsoft Office Project*

a) Kelebihan *Microsoft Office Project* antara lain :

- 1) Menu yang tersedia lebih lengkap, diantaranya adalah tersedianya *network planning, task usage, dan tracking gantt.*
- 2) Mudah didapatkan dipasaran.
- 3) Multy platform.
- 4) Dapat melakukan panjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu.
- 5) Dapat diperoleh secara langsung informasi aliran biaya selama periode.
- 6) Mudah dilakukan modifikasi, jika ingin dilakukan rescheduling.
- 7) Penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

b) Kekurangan *Microsoft Office Project*, antara lain:

- 1) Diperuntukkan untuk *single user.*

- 2) Walaupun dapat diakses secara bersamaan dalam suatu jaringan tetapi hanya satu user saja yang dapat melakukan pengeditan.
- 3) Karena merupakan *single user software*, maka pengendalian konstruksi tidak dapat dilakukan secara efektif.
- 4) Laporan pengembangan konstruksi tidak dapat diinputkan ketika file sedang dibuka oleh user lain.
- 5) Penggunaan dan interface tergolong relatif kurang user friendly bagi kalangan tertentu.
- 6) Setiap user yang membuka file dapat melihat keseluruhan isi file, software tidak dapat membatasi data mana saja yang boleh diedit, diinput, dihapus, atau yang hanya boleh dilihat.
- 7) Harus membeli dengan harga yang cukup besar.

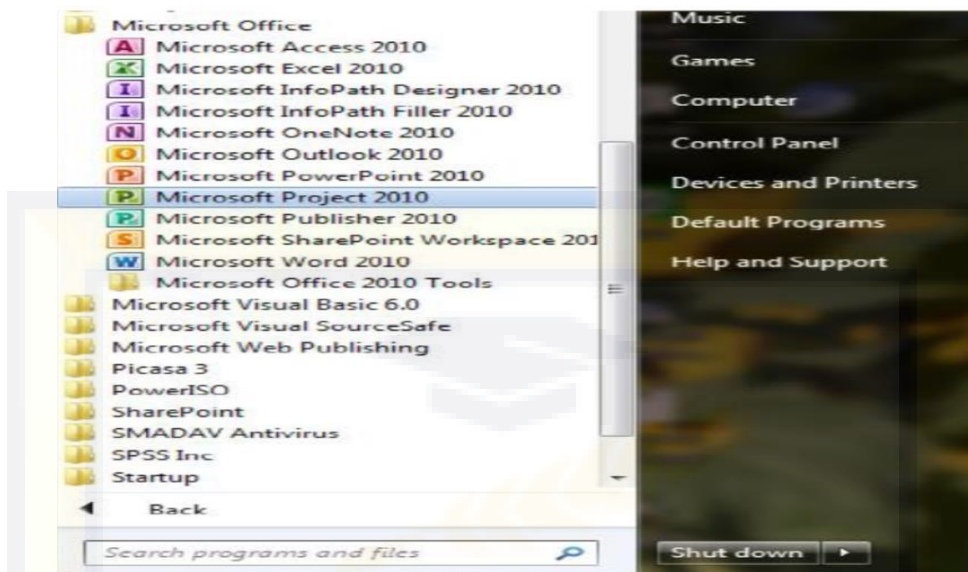
2.7.4. Langkah-Langkah Menjalankan Microsoft Office Project

Untuk mempermudah dalam penggunaan *Microsoft project* maka di lakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menu File Baru

Bila *Microsoft Project* telah terinstal maka buka file baru seperti membuka aplikasi *office* lainnya seperti *Word* atau *Excel*.

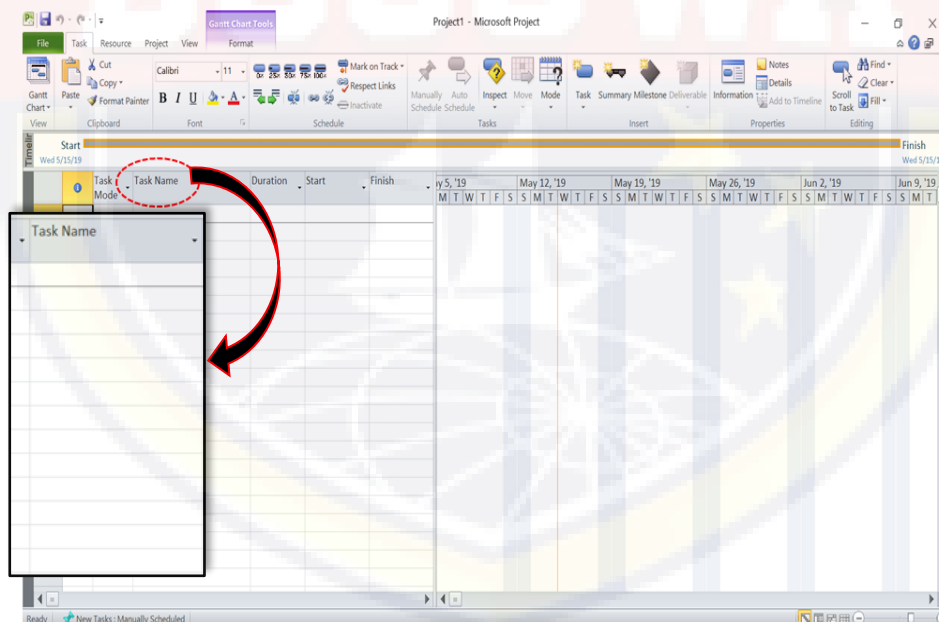
- a. Klik *Star > All Programs > Microsoft Office > Microsoft Project*



Gambar 2.18. Memulai File Baru

2. Data Perkerjaan

- a. Pengisian jenis pekerjaan dengan cara mengetikkan kedalam kolom *Task Name* yang telah disediakan.



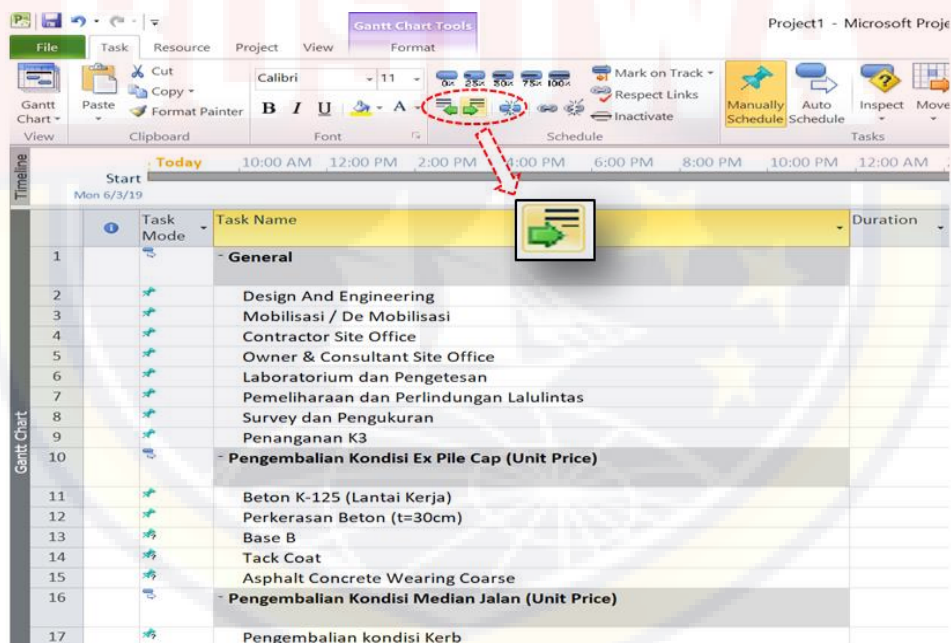
Gambar 2.19. Tampilan Task Name

b. Tampilan yang akan muncul sebagai berikut :

	Task Mode	Task Name	Duration
1		General	
2		Design And Engineering	
3		Mobilisasi / De Mobilisasi	
4		Contractor Site Office	
5		Owner & Consultant Site Office	
6		Laboratorium dan Pengetesan	
7		Pemeliharaan dan Perlindungan Lalulintas	
8		Survey dan Pengukuran	
9		Penanganan K3	
10		Pengembalian Kondisi Ex Pile Cap (Unit Price)	
11		Beton K-125 (Lantai Kerja)	
12		Perkerasan Beton (t=30cm)	
13		Base B	
14		Tack Coat	
15		Asphalt Concrete Wearing Coarse	
16		Pengembalian Kondisi Median Jalan (Unit Price)	
17		Pengembalian kondisi Kerb	
18		Pengembalian tanah median jalan	
19		Pengembalian Paving Block Median Jalan	

Gambar 2.20. Daftar Jenis Pekerjaan

c. Sebaiknya *file* disimpan terlebih dahulu, setelah *file* disimpan , lakukan *outlining* dengan mengklik *indent*



Task Mode	Task Name	Duration
	- General	1 day
	Design And Engineering	
	Mobilisasi / De Mobilisasi	
	Contractor Site Office	
	Owner & Consultant Site Office	
	Laboratorium dan Pengetesan	
	Pemeliharaan dan Perlindungan Lalulintas	
	Survey dan Pengukuran	
	Penanganan K3	
	- Pengembalian Kondisi Ex Pile Cap (Unit Price)	2 days
	Beton K-125 (Lantai Kerja)	
	Perkerasan Beton (t=30cm)	
	Base B	
	Tack Coat	

Gambar 2.21. Tampilan Item Pekerjaan setelah di-Indent

3. Durasi Pekerjaan

Durasi adalah menyatakan jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu kegiatan atau pekerjaan pada suatu konstruksi. Caranya yaitu sebagai berikut:

- Pilih bagian *sub-task* > klik bagian *duration* > pilih jumlah hari yang dibutuhkan dengan petunjuk tanda panah

	Task Mode	Task Name	Duration	Start
1		- DIVISI 1. MOBILISASI	15 days	Tue 3/6/18
2		Mobilisasi	15 days	
3		Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	10 days	
4		- DIVISI 2. DRAINASE	22 days	Tue 3/6/18
5		Galian untuk selokan drainase & saluran air	20 days	
6		Pasangan batu dengan mortar	22 days	
7		- DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	25 days	Tue 3/6/18
8		Galian biasa	25 days	
9		Timbunan biasa (dari sumber galian)	20 days	
10		Penyiapan badan jalan	18 days	
11		- DIVISI 4. BAHU JALAN	15 days	Tue 3/6/18
12		Lapis pondasi agregat kelas S	15 days	
13		- DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	19 days	Tue 3/6/18
14		Lapis pondasi agregat kelas A	17 days	
15		Perkerasan beton semen	18 days	
16		Lapis pondasi bawah beton kurus	19 days	
17		- DIVISI 8. PENG. KONDISI & PEKERJAAN MINOR	10 days	Tue 3/6/18
18		Lapis pondasi agregat kelas B untuk pekerjaan minor	10 days	

Gambar 2.22. Durasi Pekerjaan

- b. Agar durasi berubah secara otomatis pada setiap perubahan *sub-task* dibawahnya maka :

Klik pada bagian mobilisasi (yang ada pada kolom durasi) > klik kanan pada *mouse* > klik *auto schedule*

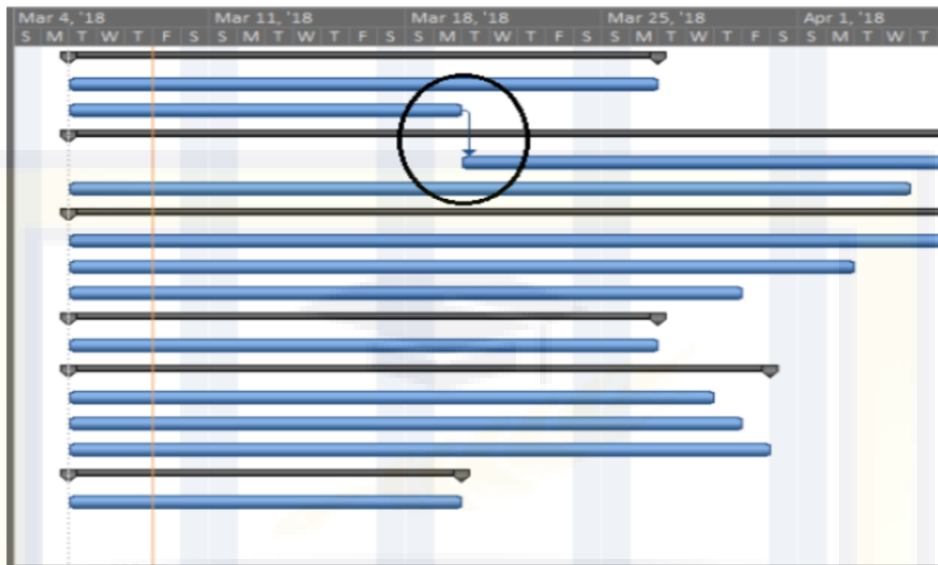
4. Hubungan keterkaitan antar pekerjaan - pekerjaan yang saling berhubungan, langkah - langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Ketikkan secara langsung pada kolom *Predecessor* di baris galian untuk selokan drainase dan saluran air > *enter*

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	DIVISI 1. MOBILISASI	15 days	Tue 3/6/18	Mon 3/26/18	
2	Mobilisasi	15 days	Tue 3/6/18	Mon 3/26/18	
3	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	10 days	Tue 3/6/18	Mon 3/19/18	
4	DIVISI 2. DRAINASE	30 days	Tue 3/6/18	Mon 4/16/18	
5	Galian untuk selokan drainase & saluran air	20 days	Tue 3/20/18	Mon 4/16/18	3
6	Pasangan batu dengan mortar	22 days	Tue 3/6/18	Wed 4/4/18	
7	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	25 days	Tue 3/6/18	Mon 4/9/18	
8	Galian biasa	25 days	Tue 3/6/18	Mon 4/9/18	
9	Timbunan biasa (dari sumber galian)	20 days	Tue 3/6/18	Mon 4/2/18	
10	Penyiapan badan jalan	18 days	Tue 3/6/18	Thu 3/29/18	
11	DIVISI 4. BAHU JALAN	15 days	Tue 3/6/18	Mon 3/26/18	
12	Lapis pondasi agregat kelas S	15 days	Tue 3/6/18	Mon 3/26/18	
13	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	19 days	Tue 3/6/18	Fri 3/30/18	
14	Lapis pondasi agregat kelas A	17 days	Tue 3/6/18	Wed 3/28/18	
15	Perkerasan beton semen	18 days	Tue 3/6/18	Thu 3/29/18	
16	Lapis pondasi bawah beton kurus	19 days	Tue 3/6/18	Fri 3/30/18	
17	DIVISI 8. PENG. KONDISI & PEKERJAAN MINOR	10 days	Tue 3/6/18	Mon 3/19/18	
18	Lapis pondasi agregat kelas B untuk pekerjaan minor	10 days	Tue 3/6/18	Mon 3/19/18	

Gambar 2.23. Hubungan Pekerjaan

- b. Kemudian lihat pada bagian *Gant Chart* disebelah kanan, itulah yang di namakan keterkaitan hubungan pekerjaan.



Gambar 2.24 Keterkaitan Hubungan Pekerjaan

BOSOWA

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

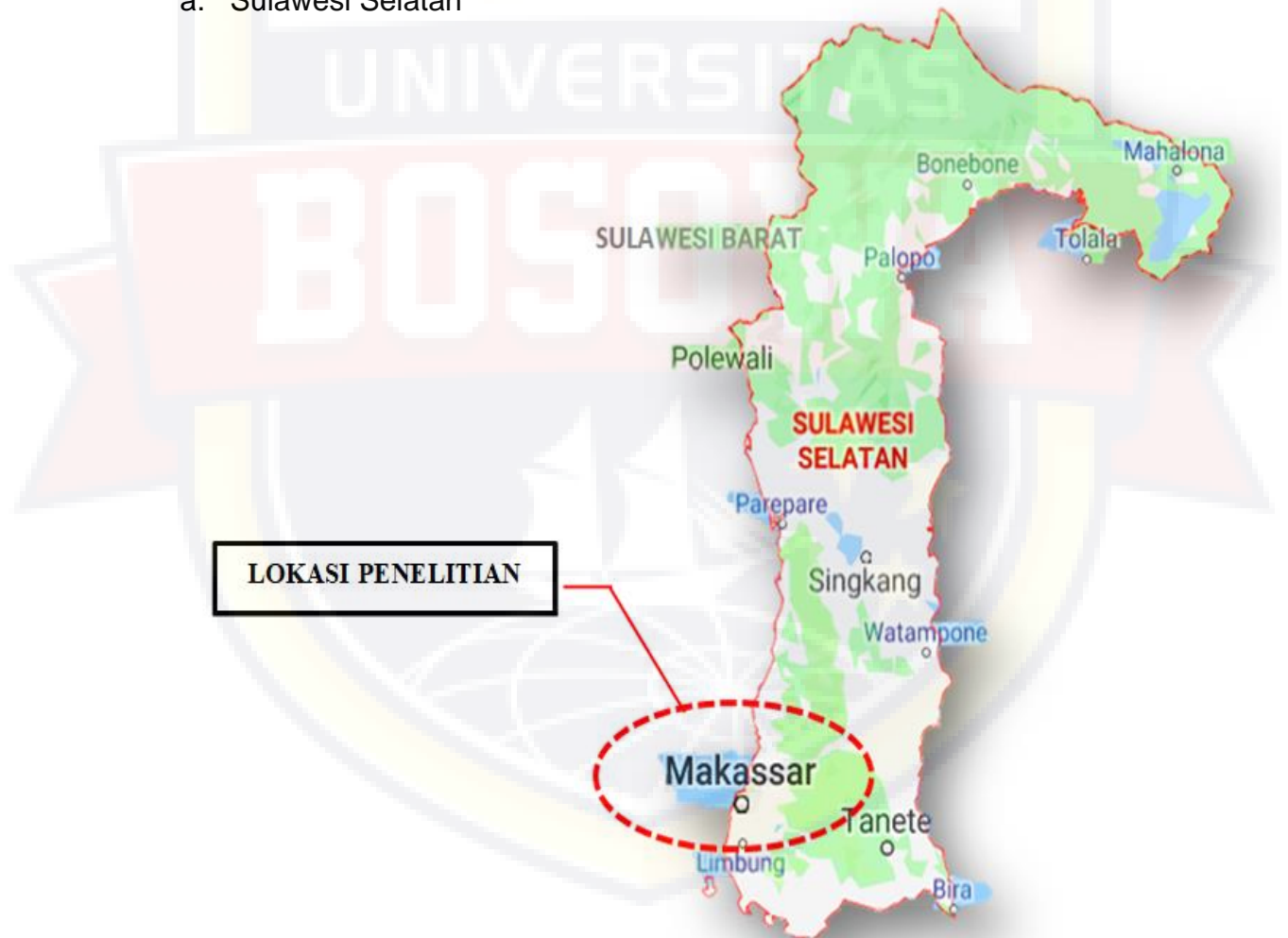
Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu menggunakan metode penelitian kuantitatif. Dimana penelitian kuantitatif lebih menekankan pada angka-angka yang membuatnya menjadi lebih mendetail dan lebih jelas. Selain itu penggunaan table, grafik dan juga diagram memudahkan dalam hal untuk dibaca. Penelitian ini dilakukan di proyek pembangunan Tol Layang A.P. Pettarani Makassar. Proses observasi dilapangan bertujuan untuk pengumpulan data seperti RAB, kurva s proyek, Permen PUPR No.28/PRT/M/2016 dan *basic price*.

Selanjutnya metode penelitian yang digunakan oleh penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan cara membuat rencana anggaran biaya baru yang digunakan untuk membantu dalam menganalisis durasi pekerjaan, kebutuhan tenaga kerja dan material serta alat berat yang kemudian data tersebut di input ke *Microsoft Office Project* sehingga diperoleh hasil akhir. Hasil akhir inilah yang digunakan sebagai bahan untuk mengambil kesimpulan dari permasalahan yang ada untuk memperoleh gambaran perbandingan cara kerja antara software *Microsoft Office Excel* dan *Microsoft Office Project* dalam mengolah data untuk merencanakan waktu dan biaya proyek.

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan mulai pada tanggal 13 Mei 2019 hingga selesai. Lokasi penelitian di Jalan A.P. Pettarani Makassar - Sulawesi Selatan sebagaimana letak lokasi penelitian terlihat pada Gambar 3.1 dan 3.2. Penelitian akan dilaksanakan sesuai jadwal berikut. Pelaksanaan penelitian ini sesuai tahapan dan waktu sebagaimana jadwal terlihat pada Tabel.

a. Sulawesi Selatan

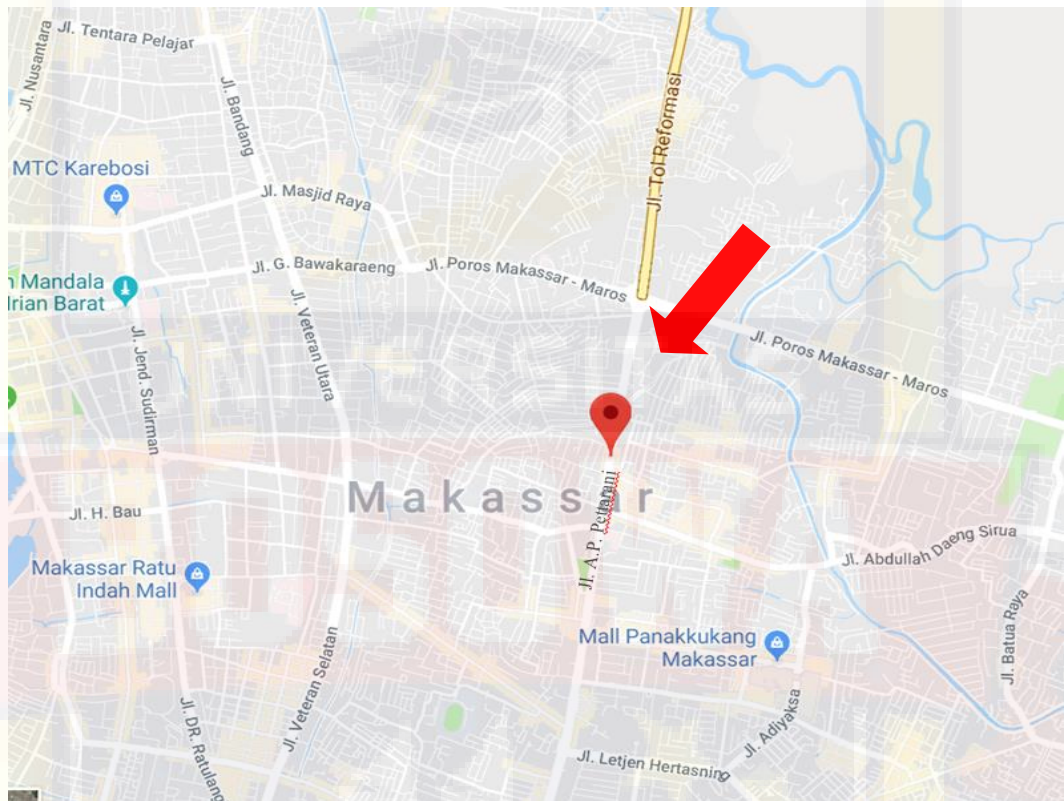


Gambar 3.1 Peta Sulawesi Selatan

b. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian di Jl. A.P. Pettarani, Makassar Sulawesi Selatan

sebagaimana lokasi penelitian terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan)			
		Mei	Juni	Juli	Agustus
1.	Pengumpulan Data	■			
2.	Analisis Data		■		
3.	Penyelesaian Laporan			■	
4.	Skripsi				■

3.3. Data dan Sumber Data

Sumber data adalah segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data. Berdasarkan sumbernya data dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder:

1. Data Primer yaitu data yang dibuat oleh peneliti untuk maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data primer dalam penelitian ini yaitu rencana anggaran biaya baru, analisa durasi pekerjaan, analisa kebutuhan tenaga kerja, analisa kebutuhan material, dan analisa kapasitas alat berat, serta hasil output rencana cost dan *schedule* dari *Microsoft Project*.
2. Data Sekunder yaitu data yang telah dikumpulkan untuk maksud selain menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu RAB Wika Beton, Kurva S Wika Beton, PermenPUPR No. 28/PRT/M/2016, *basic price* kota Makassar triwulan pertama tahun 2019, gambar kerja proyek.

Variabel-variabel yang sangat mempengaruhi dalam *planning* dan *scheduling* proyek adalah variabel waktu dan variabel biaya. Data yang dapat mempengaruhi variabel biaya yaitu koefisien pekerjaan, volume pekerjaan, dan harga satuan. Sedangkan data yang dapat mempengaruhi variabel waktu yaitu sumber daya, dan predecessor/keterkaitan antar pekerjaan.

3.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan bantuan data proyek dan dan pendukung lainnya (data sekunder) untuk mengitung rencana anggaran biaya baru dan kemudian di *input ke Microsoft project* yang terkait untuk analisis kedalam program, maka *Microsoft project* ini nantinya akan melakukan kalkulasi secara otomatis untuk hasil rencana *cost* dan *schedule* proyek.

A. Persiapan Input Data

Data-data yang dibutuhkan untuk pembuatan rencana anggaran biaya baru yaitu :

1. Volume Pekerjaan
2. Harga satuan (*basic price*) upah tenaga kerja, material, dan sewa alat berat,
3. Analisa harga satuan pekerjaan

Data-data yang dibutuhkan untuk proses penginputan data ke dalam *microsoft project* yaitu:

4. Analisa durasi pekerjaan,
5. Predecessor/hubungan keterkaitan antar pekerjaan,
6. Harga satuan (*basic price*) upah tenaga kerja, material, dan sewa alat berat,
7. Analisa kebutuhan tenaga kerja,
8. Analisa kebutuhan material,
9. Analisa kebutuhan alat berat.

B. Proses Input Data

Proses penginputan data untuk rencana jadwal biaya dan waktu proyek (baseline) dengan *microsoft project* meliputi:

1. Mengatur tanggal mulai atau tanggal selesai proyek,
2. Menentukan kalender kerja,
3. Menyusun item dan breakdown struktur pekerjaan,
4. Menentukan durasi pekerjaan,
5. Mengatur *predecessor* atau hubungan keterkaitan pekerjaan,
6. Menyusun sumber daya yang akan digunakan,
7. Menentukan biaya pekerjaan,
8. Mengatur penempatan sumber daya,
9. Meratakan sumber daya yang mengalami overlocation (jadwal yang bertubrukan),
10. Mengatur baseline proyek.

3.5. Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi adalah Metode yang dibuat dengan cara teknis yang menggambarkan penyelesaian pekerjaan yang sistematis dari awal sampai akhir tiap item pekerjaan.

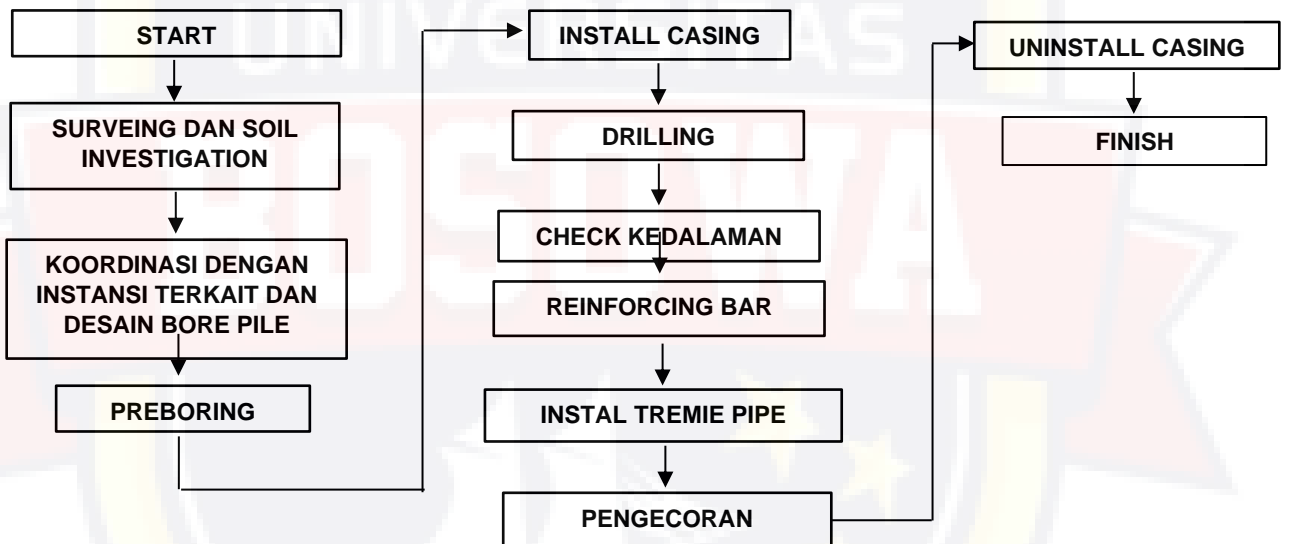
1) Pekerjaan Pondasi *Bore Pile*

Pondasi *bore pile* adalah jenis pondasi dalam berbentuk silinder yang berfungsi meneruskan beban-beban diatasnya ke dasar lapisan tanah yang mempunyai daya dukung tanah yang diperlukan untuk pondasi dasar suatu konstruksi bangunan.



Gambar 3.3. Pekerjaan Pondasi Bore Pile

➤ Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bore Pile



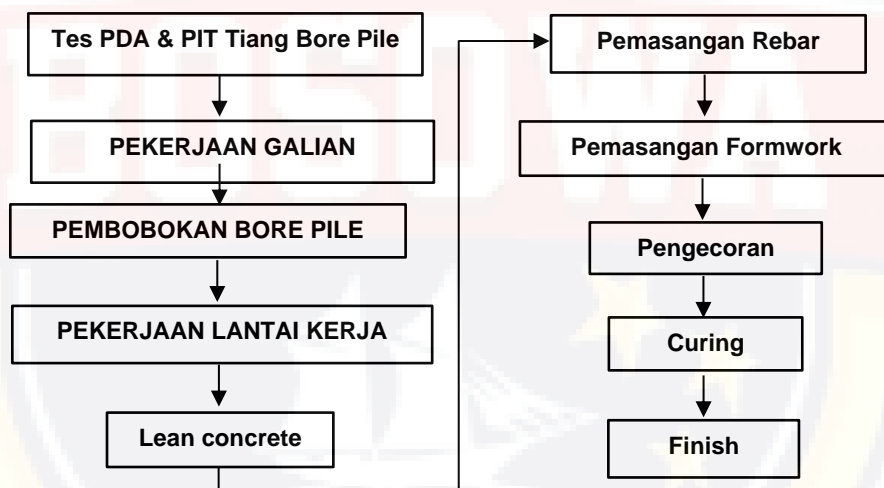
2) Pekerjaan Pile Cap



Gambar 3.4. Pekerjaan Pile Cap

Pile cap merupakan elemen struktur yang berfungsi untuk menyebarkan beban dari kolom ke tiang - tiang. Secara analitis, pile cap akan menerima gaya aksial dari kolom, tekanan tanah, dan daya dukung dari pondasi. Selain itu pile cap juga akan menerima gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa bumi. Bila pile cap menerima gaya dari beban - beban tersebut, maka akan timbul momen lentur, gaya geser, dan tegangan dalam pile cap. Gaya - gaya yang di terima oleh pondasi harus dapat ditahan oleh beton dan tulangan yang direncanakan.

➤ Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pile Cap



3) Pekerjaan Kolom



Gambar. 3.5. Pekerjaan Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

➤ Metode Pelaksanaan Pekerjaan Kolom



4) Pekerjaan *Pier Head*

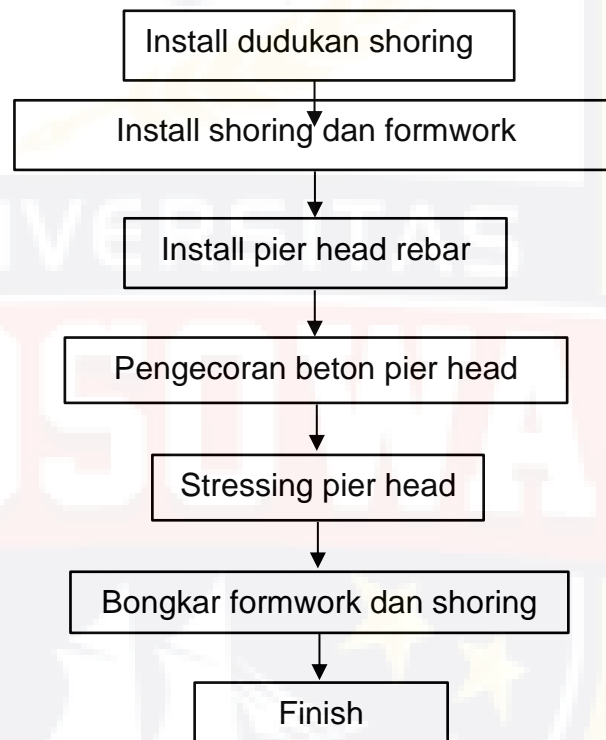


Gambar 3.6. Pekerjaan *Pier Head*

Pier head adalah dudukan *box girder* serta sebagai penyalur beban lalu lintas dari *box girder* ke *pier*. Sedangkan *pier* adalah benda yang

merupakan penyalur beban dari *pier head* ke *pile cap* yang bertujuan agar beban yang tersalur dari *pier head* dan *box girder* dapat diarahkan dengan baik. *Pile cap* merupakan suatu cara untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya.

➤ Metode Pelaksanaan Perkerjaan *Pier Head*



3.6. Prosedur Penelitian

Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan mulai awal sampai akhir secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penulis. Tahapan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap 1; Tahap persiapan

Persiapan penelitian adalah tahapan yang dilakukan sebelum peneliti melakukan penelitian. Persiapan pada penelitian diantaranya:

- Melakukan studi literatur dan identifikasi masalah untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian,
- Melakukan survey pendahuluan sebagai bentuk observasi awal sebelum melakukan survey utama. Selain itu survey ini bertujuan untuk menentukan kelayakan data sekunder yang akan digunakan dalam penelitian ini sampai dengan menentukan rumusan masalah dan hipotesis penelitian.

2) Tahap 2; Pengumpulan data

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan yaitu RAB, *time schedule/kurva s*, Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016, *basic price*, dan gambar kerja proyek.

3) Tahap 3; Analisis data

- Membuat rencana anggaran biaya baru,
- Analisis durasi pekerjaan,
- Analisis kebutuhan tenaga kerja dan material, serta alat berat yang digunakan.

4) Tahap 4; Input hasil analisis data ke *microsoft project*

- Menyusun rencana jadwal dan biaya proyek (baseline)

5) Tahap 5; Pembahasan

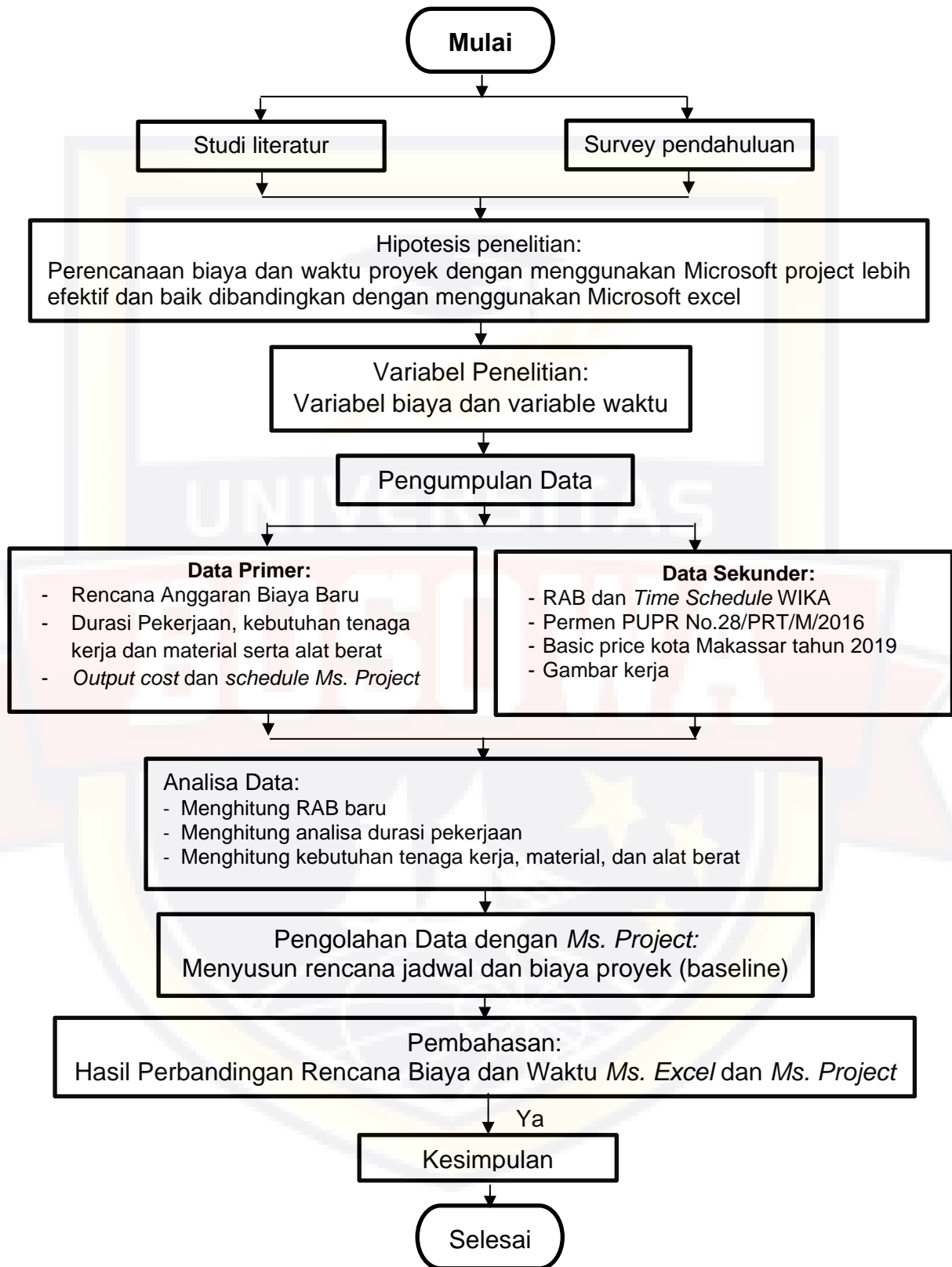
Pembahasan ini menjelaskan tentang hasil analisis yang telah dilakukan, yang dimana hasil perbandingan rencana biaya dan waktu

microsoft excel yang digunakan oleh WIKA Beton dengan rencana biaya dan waktu hasil output *microsoft project*.

6) Tahap 6; Kesimpulan dan saran

Kesimpulan disebut juga pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dengan *microsoft project* dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian. Selain itu saran dari penelitian ini guna adanya penyempurnaan dari hasil penelitian.

Pelaksanaan penelitian mengikuti prosedur diatas sebagaimana disajikan pada *Flow Chart* pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Flow Chart

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Proyek

Pada Pembangunan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani Makassar Sulawesi Selatan untuk pekerjaan struktur bawah dan pekerjaan struktur atas memiliki data sebagai berikut:

Nomor Kontrak	: SE.01.01/WB-31.048/19
Tanggal Kontrak	: 3 April 2018
Nilai Kontrak	: Rp. 607.650.000.000 (+Ppn 10%)
Waktu Pelaksanaan	: 517 Hari (17 Bulan)
Owner	: PT. Bosowa Marga Nusantara
Konsultan	: PT. Nippon Koei Co.Ltd.
Kontraktor	: PT. Wijaya Karya Beton Tbk

4.1.1. Rencana Anggaran Biaya WIKA Beton

Anggaran biaya pelaksanaan pembangunan Tol Layang A.P Pettarani Makassar - Sulawesi Selatan untuk pekerjaan struktur bawah dan pekerjaan struktur atas yaitu Rp. 607.650.000.000 (+Ppn 10%). Dari anggaran masing – masing pekerjaan dapat dirinci sesuai dengan bobot per tiap - tiap item pekerjaan yang mana dapat dilihat pada lampiran 4.1.

4.1.2. Jadwal/Time Schedule WIKA Beton

Jadwal pelaksanaan konstruksi pembangunan Tol layang A.P. Pettrani Makassar-Sulawesi Selatan untuk pekerjaan struktur bawah dan pekerjaan

struktur atas dimulai dari tanggal 1 September 2018 sampai dengan 31 Januari 2020 (517 hari) yang kemudian diperjelas dengan lama waktu setiap kegiatan pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam time schedule. Time schedule rencana dapat dilihat pada lampiran 4.2. Berikut tabel rekapitulasi durasi rencana dari WIKA Beton:

Tabel 4.1 Rekapitulasi durasi rencana WIKA Beton

No	Item Pekerjaan	Start	Finish	Durasi (hari)
1	Pekerjaan Struktur Bawah			
2	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	01/09/18	31/05/19	272
3	PIT	01/11/18	31/12/18	60
4	PDA Test	01/10/18	30/06/19	272
5	Axial Loading Test	01/11/18	30/11/18	29
6	Lateral Loading Test	01/11/18	30/11/18	29
7	Pembobokan Bore Pile	01/10/18	31/05/19	242
8	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	01/10/18	31/10/19	395
9	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	01/10/18	31/10/19	395
10	Beton K-125 (Lantai Kerja)	01/10/18	31/10/19	395
11	Beton K-400 (Pier Kolom)	01/11/18	30/11/19	394
12	Besi Beton	01/12/18	31/05/19	181
13	Pekerjaan Shoring*	01/11/18	30/11/19	394
14	Pekerjaan Struktur Atas			
15	Beton K-500 (Pier Head)	01/12/18	31/01/20	426
16	Strand dan Stressing Pier	01/11/18	31/01/20	456
17	Besi Beton	01/10/18	31/12/19	456
18	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal*	01/11/18	31/01/20	456
Durasi Total		01/09/18	31/01/20	517

Sumber: kurva s rencana WIKA Beton

4.2 Analisa Data

4.2.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan

bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa / beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Analisa harga satuan ini merupakan alat bantu untuk menganalisa data-data yang akan di input kedalam *Microsoft project* nantinya. Untuk item pekerjaan yang bervolume 1 atau lump sum, tetap mengacu pada harga RAB yang ada atau akan di input secara *fixed cost* kedalam *Microsoft project*. Analisa harga satuan pekerjaan yang dipakai pada penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Bina Marga serta Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 02 /SE/Db/2018 tentang Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Sedangkan standar upah kerja dan material pekerjaan serta sewa alat mengacu pada *basic price* kota Makassar triwulan pertama tahun 2019 yang dikeluarkan oleh Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan. Untuk *basic price* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.3

Berikut hasil analisa harga satuan pekerjaan yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisa harga satuan pekerjaan

1.1 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BETON K-350 (TIANG BORE PILE Ø1200mm)						
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	<u>TENAGA</u>					
1	Pekerja	(L01)	jam	1,6064	15.063,49	24.198,38
2	Tukang	(L02)	jam	0,8032	18.992,06	15.254,67
3	Mandor	(L03)	jam	0,2677	28.349,21	7.590,15
JUMLAH HARGA TENAGA						47.043,20
B.	<u>BAHAN</u>					
1	Beton K-350	(M252)	M3	1,9227	955.000,00	1.836.135,24
2	Baja Tulangan	(M57a)	Kg	384,5309	11.000,00	4.229.840,35
3	Casing	(M100)	M2	3,7699	9.000,00	33.929,20
JUMLAH HARGA BAHAN						6.099.904,79
C.	<u>PERALATAN</u>					
1	Bore Pile	E33	jam	0,2677	682.989,91	182.862,09
2	Concrete Pump	E28	jam	0,2379	508.252,18	120.914,61
3	Truck Mixer	(E49)	jam	0,7913	662.368,96	524.134,05
4	Concrete Vibrator	(E20)	jam	1,1295	64.490,66	72.843,37
5	Bucket Cor	(E82)	jam	0,1883	390.183,84	73.453,28
6	Crawler Crane	(E31)	jam	0,0446	680.429,77	30.362,77
7	Alat Bantu		Ls	1,0000	150.000,00	150.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN						1.154.570,17
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					7.301.518,17
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)					730.151,82
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					8.031.669,98

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.2 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN PIT						
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	DATA DAN ASUMSI					
1	Pekerjaan PIT untuk penyelidikan keutuhan tiang dilokasi kegiatan termasuk pembuatan laporan hasil PIT					
2	Jasa pekerjaan PIT termasuk sewa peralatan yg digunakan, personil yang melakukan PIT dan pembuatan laporan					
3	Penentuan lokasi PIT harus seijin direksi					

NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
B.	URUTAN KERJA				
1	Penyedia memobilisasi peralatan PIT kelokasi yang telah disetujui oleh PPK				
2	PIT untuk menilai kondisi poros dan untuk mengetahui keutuhan/integritas luas dan volume pondasi tiang dengan menganalisa kemungkinan adanya retakan atau <i>necking</i> yang terjadi pada tiang Pancang atau Bor				
3	Dibuat laporan hasil pengujian				
C.	PERALATAN DAN PELAKSANAAN PIT				
1	Peralatan PIT lengkap	Unit	1,00	1.500.000,00	1.500.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan PIT lengkap	Ls	1,00	200.000,00	200.000,00
3	Pelaksanaan Pekerjaan PIT dilapangan	Sampel	1,00	50.000,00	50.000,00
4	Laporan hasil PIT	Ls	1,00	250.000,00	250.000,00
5	Alat Bantu	Ls	1,00	0,00	-
D.	TENAGA/PERSONIL				
1	Tenaga Ahli PIT	OH	1,00	526.500,00	526.500,00
2	Tenaga Pendukung	OH	2,00	448.500,00	897.000,00
3	Mobilisasi dan Demobilisasi Tenaga	Ls	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (B + C + D)				4.423.500,00
F.	OVERHEAD & PROFIT (10% X E)				442.350,00
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (E + F)				4.865.850,00

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.3 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN PDA TEST					
NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	DATA DAN ASUMSI				
1	Pekerjaan PDA test untuk penyelidikan daya dukung jangka panjang tiang pondasi termasuk pembuatan laporan hasil PDA test				

NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
2	Jasa pekerjaan PDA test termasuk sewa peralatan yg digunakan,				
	personil yang melakukan PDA test dan pembuatan laporan				
3	Penentuan lokasi PDA test harus seijin direksi				
B.	URUTAN KERJA				
1	Penyedia memobilisasi peralatan PDA test kelokasi yang telah disetujui oleh PPK				
2	PDA test untuk menilai daya dukung tiang pondasi, untuk mengetahui keutuhan/integritas tiang pondasi serta efisiensi energi yang di transfer				
3	Dibuat laporan hasil pengujian				
C.	PERALATAN DAN PELAKSANAAN PDA test				
1	Peralatan PDA test lengkap	Unit	1,00	3.500.000,00	3.500.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan PDA test lengkap	Ls	1,00	500.000,00	500.000,00
3	Pelaksanaan Pekerjaan PDA test dilapangan	Sampel	1,00	5.500.000,00	5.500.000,00
4	Laporan hasil PDA test (analisis + report)	Ls	1,00	4.000.000,00	4.000.000,00
5	Alat Bantu	Ls	1,00	0,00	-
D.	TENAGA/PERSONIL				
1	Tenaga Ahli PDA	OH	1,00	526.500,00	526.500,00
2	Tenaga Pendukung	OH	4,00	448.500,00	1.794.000,00
3	Mobilisasi dan Demobilisasi Tenaga	Ls	1,00	3.000.000,00	3.000.000,00
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (B + C + D)				18.820.500,00
F.	OVERHEAD & PROFIT (10% X E)				1.882.050,00
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (E + F)				20.702.550,00

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.4 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN AXIAL LOADING TEST					
NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	DATA DAN ASUMSI				
1	Pekerjaan Axial Loading Test untuk membuktikan tingkat keamanan struktur				
	pondasi termasuk pembuatan laporan hasil Axial Loading Test				
2	Jasa pekerjaan Axial Loading test termasuk sewa peralatan yg digunakan,				
	personil yang melakukan Axial Loading test dan pembuatan laporan				
3	Penentuan lokasi Axial Loading test harus sejjin direksi				
B.	URUTAN KERJA				
1	Penyedia memobilisasi peralatan Axial Loading test kelokasi yang				
	telah disetujui oleh PPK				
2	Axial Loading test untuk membuktikan tingkat keamanan struktur pondasi				
	sudah memenuhi persyaratan peraturan dari struktur pondasi yang disyaratkan				
3	Dibuat laporan hasil pengujian				
C.	PERALATAN DAN PELAKSANAAN AXIAL LOADING TEST				
1	Peralatan Axial Loading test lengkap (hdraulic jack,pompa elektrik,dial gauge)	Unit	1,00	88.950.000,00	88.950.000,00
2	Material beton 2 x 550 ton beban rencana	ton	550,00	825.000,00	453.750.000,00

NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
3	Cross beam, dan main beam (uk. 250*250*9*14*12000)	kg	41.808,00	9.000,00	376.272.000,00
4	Plat baja (uk. 120*240)	kg	1.167,50	18.000,00	21.015.000,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan dan bahan Axial Loading test lengkap	Ls	1,00	20.000.000,00	20.000.000,00
6	Pelaksanaan Pekerjaan Axial Loading test dilapangan	Sampel	1,00	400.000,00	400.000,00
7	Laporan hasil Axial Loading test	Sampel	1,00	150.000,00	150.000,00
8	Crawler Crane	jam	1,00	889.041,23	889.041,23
D.	TENAGA/PERSONIL				
1	Pekerja	OH	3,00	103.500,00	310.500,00
2	Operator	OH	1,00	164.500,00	164.500,00
3	Tenaga Ahli	OH	1,00	526.500,00	526.500,00
4	Tenaga Pendukung	OH	1,00	448.500,00	448.500,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi Tenaga	Ls	1,00	2.000.000,00	2.000.000,00
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (B + C + D)				964.876.041,23
F.	OVERHEAD & PROFIT (10% X E)				96.487.604,12
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (E + F)				1.061.363.645,35

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.5 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN LATERAL LOADING TEST					
NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	DATA DAN ASUMSI				
1	Pekerjaan Lateral Loading Test untuk membuktikan kapasitas daya dukung				
	pondasi dilapangan termasuk pembuatan laporan hasil Lateral Loading Test				
2	Jasa pekerjaan Lateral Loading test termasuk sewa peralatan yg digunakan,				
	personil yang melakukan Lateral Loading test dan pembuatan laporan				

NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
3	Penentuan lokasi Lateral Loading test harus sejjin direksi				
B.	URUTAN KERJA				
1	Penyedia memobilisasi peralatan Lateral Loading test kelokasi yang telah disetujui oleh PPK				
2	Lateral Loading test untuk membuktikan akurasi perhitungan desain kapasitas daya dukung pondasi				
3	Dibuat laporan hasil pengujian				
C.	PERALATAN DAN PELAKSANAAN LATERAL LOADING TEST				
1	Peralatan Lateral Loading test lengkap (hdraulic jack,pompa elektrik,dial gauge)	Unit	1,00	88.950.000,00	88.950.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan Lateral Loading test lengkap	Ls	1,00	20.000.000,00	20.000.000,00
3	Pelaksanaan Pekerjaan Lateral Loading test dilapangan	Sampel	1,00	400.000,00	400.000,00
4	Laporan hasil Lateral Loading test	Sampel	1,00	150.000,00	150.000,00
5	Crawler Crane	jam	1,00	889.041,23	889.041,23
5	Alat Bantu	Ls	1,00	0,00	-
D.	TENAGA/PERSONIL				
1	Tenaga Ahli Lateral Loading Test	OH	1,00	526.500,00	526.500,00
2	Tenaga Pendukung	OH	1,00	448.500,00	448.500,00
3	Operator	OH	1,00	164.500,00	164.500,00
4	Pekerja	OH	3,00	103.500,00	310.500,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi Tenaga	Ls	1,00	2.000.000,00	2.000.000,00
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (B + C + D)				113.839.041,23
F.	OVERHEAD & PROFIT (10% X E)				11.383.904,12
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (E + F)				125.222.945,35

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.6 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMBOBOKAN BORE PILE						
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	<u>TENAGA</u>					
1	Pekerja	(L01)	Jam	0,0691	15.063,49	1.040,79
2	Mandor	(L03)	Jam	0,0058	28.349,21	163,23
JUMLAH HARGA TENAGA						1.204,02
B.	<u>BAHAN</u>					
JUMLAH HARGA BAHAN						0,00
C.	<u>PERALATAN</u>					
1	Excavator	(E10)	Jam	0,0058	674.645,13	3.884,47
2	Rock Drill Breaker	(E37)	Jam	0,0316	542.103,93	17.105,98
3	Dump Truck	(E08)	Jam	1,6879	370.288,45	625.011,07
4	Alat Bantu		Ls	1,0000	410.000,00	410.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN						1.056.001,52
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					1.057.205,54
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)					105.720,55
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					1.162.926,09

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.7 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BETON K-350 (PILE CAP)						
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	<u>TENAGA</u>					
1	Pekerja	(L01)	jam	7,0950	15.063,49	106.876,18
2	Tukang	(L02)	jam	10,6426	18.992,06	202.124,37
3	Mandor	(L03)	jam	0,8869	28.349,21	25.142,37
JUMLAH HARGA TENAGA						334.142,92
B.	<u>BAHAN</u>					
1	Semen	(M12)	Kg	346,8937	1.180,00	409.334,57
2	Pasir Beton	(M01a)	M3	2,7500	417.200,00	1.147.279,72
3	Agregat Kasar	(M03)	M3	0,8080	507.140,82	409.766,29
4	Kayu Perancah	(M19)	M3	0,4000	2.229.000,00	891.600,00
5	Paku	(M18)	Kg	4,8000	19.000,00	91.200,00
6	Air	(M170)	Ltr	190,5500	25,00	4.763,75
7	Plastizier	(M182)	Kg	1,0407	50.000,00	52.034,06
JUMLAH HARGA BAHAN						3.005.978,37
C.	<u>PERALATAN</u>					
1	Concrete Mixing Plant	(E80)	jam	0,8869	113.519,53	100.678,30
2	Truck Mixer	(E49)	jam	1,2332	662.368,96	816.826,64
3	Concrete Pump (jika diperlukan)	(E28)	jam	0,1221	508.252,18	62.069,93
4	Concrete Vibrator	(E20)	jam	0,9036	64.490,66	58.274,69
5	Water Tank Truck	(E23)	jam	0,0382	354.543,17	13.526,75
6	Thermocouple	(M184)	buah	3,0000	120.000,00	360.000,00
7	Alat Bantu		Ls	1,0000	100.000,00	100.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN						1.511.376,31

D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)	4.851.497,60
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)	485.149,76
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)	5.336.647,36

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.8 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BESI BETON PILE CAP					
NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	TENAGA				
1	Pekerja Biasa (L01)	jam	0,1050	15.063,49	1.581,67
2	Tukang (L02)	jam	0,0350	18.992,06	664,72
3	Mandor (L03)	jam	0,0350	28.349,21	992,22
JUMLAH HARGA TENAGA					3.238,61
B.	BAHAN				
1	Baja Tulangan (Ulir) D32 (M39b)	Kg	1,0500	11.000,00	11.550,00
2	Kawat Beton (M14)	Kg	0,0150	17.500,00	262,50
JUMLAH HARGA BAHAN					11.812,50
C.	PERALATAN				
1	Gunting Potong Baja (E54)	jam	0,0095	63.237,11	600,75
2	Kunci Pembengkok Tulangan (E53)	jam	0,0100	63.237,11	632,37
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.233,12
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				16.284,23
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)				2.442,64
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				18.726,87

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.9 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BETON K-125 (LANTAI KERJA)					
NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	TENAGA				
1	Pekerja (L01)	jam	2,6774	15.063,49	40.330,63
2	Tukang (L02)	jam	4,0161	18.992,06	76.273,35
3	Mandor (L03)	jam	0,3347	28.349,21	9.487,69
JUMLAH HARGA TENAGA					126.091,67
B.	BAHAN				
1	Semen (M12)	Kg	237,9300	1.180,00	280.757,40
2	Pasir Beton (M01a)	M3	0,5960	417.200,00	248.636,81
3	Agregat Kasar (M03)	M3	0,9153	507.140,82	464.191,24
4	Kayu Perancah (M19)	M3	0,4000	2.229.000,00	891.600,00
5	Paku (M18)	Kg	4,8000	19.000,00	91.200,00
6	Air (M170)	Ltr	166,8600	25,00	4.171,50
7	Plastizier (M182)	Kg	0,7138	50.000,00	35.689,50
JUMLAH HARGA BAHAN					2.016.246,45
C.	PERALATAN				
1	Concrete Mixer (E43)	jam	0,3347	627.752,21	210.091,10

NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
2	Concrete Vibrator	(E20)	jam	2,0080	61.424,61	123.342,58
3	Water Tank Truck	(E23)	jam	0,0382	307.653,16	11.737,77
4	Alat Bantu		Ls	1,0000	0,00	0,00
JUMLAH HARGA PERALATAN						345.171,46
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					2.487.509,58
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)					248.750,96
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					2.736.260,54

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.10 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BETON K-400 (PIER KOLOM)						
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	(L01)	jam	10,6426	15.063,49	160.314,27
2	Tukang	(L02)	jam	26,6064	18.992,06	505.310,93
3	Mandor	(L03)	jam	0,8869	28.349,21	25.142,37
JUMLAH HARGA TENAGA						690.767,57
B.	BAHAN					
1	Semen	(M12)	Kg	389,4327	1.180,00	459.530,59
2	Pasir Beton	(M01a)	M3	2,6297	417.200,00	1.097.121,92
3	Agregat Kasar	(M03)	M3	0,8061	507.140,82	408.800,44
4	Kayu Perancah	(M19)	M3	0,4000	2.229.000,00	891.600,00
5	Paku	(M18)	Kg	4,8000	19.000,00	91.200,00
6	Air	(M170)	Ltr	190,5500	25,00	4.763,75
7	Plastizier	(M182)	Kg	1,1683	50.000,00	58.414,91
JUMLAH HARGA BAHAN						3.011.431,60
C.	PERALATAN					
1	Concrete Mixing Plant	(E80)	jam	0,8869	453.880,05	402.537,53
2	Truck Mixer	(E49)	jam	1,2332	662.368,96	816.826,64
3	Concrete Pump	(E28)	jam	0,1221	508.252,18	62.069,93
4	Concrete Vibrator	(E20)	jam	0,9036	64.490,66	58.274,69
5	Water Tank Truck	(E23)	jam	0,0382	354.543,17	13.526,75
6	Alat Bantu		Ls	1,0000	0,00	0,00
JUMLAH HARGA PERALATAN						1.353.235,54
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					5.055.434,71
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)					505.543,47
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					5.560.978,18

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

1.11 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BESI BETON							
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)	
A.	TENAGA						
1	Pekerja Biasa	(L01)	jam	0,1050	15.063,49	1.581,67	
2	Tukang	(L02)	jam	0,0350	18.992,06	664,72	
3	Mandor	(L03)	jam	0,0350	28.349,21	992,22	
JUMLAH HARGA TENAGA						3.238,61	
B.	BAHAN						
1	Baja Tulangan (Ulir) D32	(M39b)	Kg	1,0500	11.000,00	11.550,00	
2	Kawat Beton	(M14)	Kg	0,0150	17.500,00	262,50	
JUMLAH HARGA BAHAN						11.812,50	
C.	PERALATAN						
1	Gunting Potong Baja	(E54)	jam	0,0095	63.237,11	600,75	
2	Kunci Pembengkok Tulangan	(E53)	jam	0,0100	63.237,11	632,37	
JUMLAH HARGA PERALATAN						1.233,12	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)						16.284,23
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)						2.442,64
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)						18.726,87

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

2.1 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN BETON K-500 (PIER HEAD)							
NO.	KOMPONEN		SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)	
A.	TENAGA						
1	Pekerja	(L01)	jam	10,6426	15.063,49	160.314,27	
2	Tukang	(L02)	jam	26,6064	18.992,06	505.310,93	
3	Mandor	(L03)	jam	1,7738	28.349,21	50.284,74	
JUMLAH HARGA TENAGA						715.909,94	
B.	BAHAN						
1	Semen	(M12)	Kg	787,6270	1.180,00	929.399,86	
2	Pasir Beton	(M01a)	M3	2,4005	417.200,00	1.001.485,00	
3	Agregat Kasar	(M03)	M3	0,7997	507.140,82	405.554,04	
4	Kayu Perancah	(M19)	M3	0,4000	2.229.000,00	891.600,00	
5	Paku	(M18)	Kg	4,8000	19.000,00	91.200,00	
6	Air	(M170)	Ltr	314,5000	25,00	7.862,50	
7	Plastizier	(M182)	Kg	2,3629	50.000,00	118.144,05	
JUMLAH HARGA BAHAN						3.445.245,46	
C.	PERALATAN						
1	Concrete Mixing Plant	(E80)	jam	0,8869	453.880,05	402.537,53	
2	Truck Mixer	(E49)	jam	1,2332	662.368,96	816.826,64	
3	Concrete Pump	(E28)	jam	0,1221	508.252,18	62.069,93	
4	Concrete Vibrator	(E20)	jam	0,9036	64.490,66	58.274,69	
5	Water Tank Truck	(E23)	jam	0,0382	354.543,17	13.526,75	
6	Alat Bantu		Ls	1,0000	0,00	0,00	
JUMLAH HARGA PERALATAN						1.353.235,54	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)						5.514.390,93
E.	OVERHEAD & PROFIT (10% X D)						551.439,09

F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)	6.065.830,03
----	----------------------------------	--------------

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019

2.2 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN STRAND AND STRESSING PIER					
NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A.	DATA DAN ASUMSI				
1	Pekerjaan strand and stressing merupakan proses penarikan kabel tendon yang ada didalam pierhead untuk menjadikan sebagai beton prategang				
2	Jasa pekerjaan strand and stressing termasuk sewa peralatan yg digunakan, personil yang melakukan strand and stressing dan pembuatan laporan				
B.	URUTAN KERJA				
1	Penyedia memobilisasi peralatan stressing jack kelokasi yang telah disetujui oleh PPK				
2	Dibuat laporan hasil pengujian				
C.	PERALATAN DAN PELAKSANAAN STRAND AND STRESSING				
	Estimasi berat baja prategang	kg	335,00		
1	Peralatan stressing jack lengkap	Unit	1,00	282.924,33	282.924,33
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan stressing jack lengkap	Ls	1,00	200.000,00	200.000,00
3	Peralatan scaffolding lengkap dengan formwork	set	1,00	633.000,00	633.000,00
4	Baja prategang	kg	335,00	8.000,00	2.680.000,00
5	Kawat Beton	kg	3,19	17.500,00	55.833,33
6	Material grouting	kg	1,85	4.500,00	8.325,00
7	Pelaksanaan Pekerjaan strand and stressing dilapangan	kg	335,00	70.000,00	23.450.000,00
8	Laporan hasil strand and stressing	Ls	1,00	200.000,00	200.000,00
9	Alat Bantu	Ls	1,00	0,00	-
D.	TENAGA/PERSONIL				
1	Tenaga Ahli	OH	0,003	526.500,00	1.579,50
2	Tenaga Pendukung	OH	0,005	448.500,00	2.242,50
3	Operator	OH	0,050	164.500,00	8.225,00
4	Pekerja	OH	0,050	103.500,00	5.175,00
5	Tukang	OH	0,050	131.000,00	6.550,00
6	Mandor	OH	0,003	196.500,00	589,50

NO.	KOMPONEN	SAT.	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
7	Mobilisasi dan Demobilisasi Tenaga	Ls	1,000	500.000,00	500.000,00
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (B + C + D)				28.034.444,16
F.	OVERHEAD & PROFIT (10% X E)				2.803.444,42
G.	TOTAL HARGA PEKERJAAN (E + F)				30.837.888,58
H.	HARGA SATUAN PEKERJAAN PER KG (G / estimasi berat baja prategang)				92.053,40

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2019



4.2.2 Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan hasil analisa harga satuan pada pembangunan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani Makassar Sulawesi Selatan maka diperoleh rencana anggaran biaya baru dari acuan Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 dan Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 02 /SE/Db/2018 yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Rencana anggaran biaya pembangunan tol layang AP. Pettarani Makassar Sulawesi Selatan

No	Item Pekerjaan	Sat.	Quantity	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Struktur Bawah				
1.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	m'	10.000,00	8.031.670	80.316.699.820
1.2	PIT	titik	1.000,00	4.865.850	4.865.850.000
1.3	PDA Test	titik	500,00	20.702.550	10.351.275.000
1.4	Axial Loading Test	titik	1,00	1.061.363.645	1.061.363.645
1.5	Lateral Loading Test	titik	2,00	125.222.945	250.445.891
1.6	Pembobokan Bore Pile	m3	25.000,00	1.162.926	29.073.152.252
1.7	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	m3	8.000,00	5.336.647	42.693.178.893
1.8	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	kg	1.500.000,00	18.727	28.090.304.881
1.9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	m3	500,00	2.736.261	1.368.130.268
1.10	Beton K-400 (Pier Kolom)	m3	7.000,00	5.560.978	38.926.847.262
1.11	Besi Beton	kg	3.500.000,00	18.727	65.544.044.722
1.12	Pekerjaan Shoring*	Ls	1,00	3.500.000.000	3.500.000.000
	Sub Total				306.041.292.632
2	Pekerjaan Struktur Atas				
2.1	Beton K-500 (Pier Head)	m3	18.000,00	6.065.830	109.184.940.454
2.2	Strand dan Stressing Pier	kg	500.000,00	92.053	46.026.699.372
2.3	Besi Beton	kg	7.500.000,00	18.727	140.451.524.403
2.4	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal*	Ls	1,00	6.000.000.000	6.000.000.000
	Sub Total (Rp.)				301.663.164.229
	TOTAL (Rp.)				607.704.456.861

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2013

4.2.3 Analisa Durasi Pekerjaan

Analisa ini untuk mengetahui berapa durasi waktu kerja yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan. Durasi pekerjaan untuk setiap jenis pekerjaan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu produktifitas pekerja, produktifitas alat, jenis pekerjaan, jumlah pekerja, biaya yang dianggarkan.

Pada perhitungan analisa durasi kerja ini mengacu pada harga satuan utama (HSPK) dan rencana anggaran biaya (RAB) serta mempertimbangkan jumlah total durasi proyek dan jumlah pekerja sehingga akan dilakukan metode trial and error dalam menentukan durasi rencana.

Rumus yang digunakan yaitu:

$$\text{Kapasitas Kerja} = \frac{1}{\text{koefisien tenaga kerja}}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja}}$$

$$\text{Durasi rencana} = \frac{\text{Durasi pekerjaan}}{\text{trial and error}}$$

Sebagai contoh untuk pekerjaan beton K-350 (tiang bore pile Ø12000 mm) dengan volume 10.000 m³ dan 1 hari kerja selama 7 jam kerja:

a) Produktivitas tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{1,606} \times 7 \text{ jam kerja} = 4,358 \text{ m/hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{1}{0,803} \times 7 \text{ jam kerja} = 8,715 \text{ m/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,268} \times 7 \text{ jam kerja} = 26,145 \text{ m/hari}$$

b) Durasi pekerjaan

$$\text{Pekerja} = \frac{10000}{4,358} = 2295 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{10000}{8,715} = 1147 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{10000}{26,145} = 382 \text{ hari}$$

c) Durasi rencana

Pada durasi normal pekerjaan kemampuan tukang untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut 1147 hari sehingga dengan pertimbangan durasi total proyek untuk mendapatkan durasi yang efektif dan optimal maka di asumsikan (*trial and error*) pekerjaan tersebut akan diselesaikan 15 kali lebih cepat dari durasi normal.

$$\text{Durasi rencana} = \frac{1147}{15} = 76 \text{ hari}$$

Untuk menghitung durasi pada pekerjaan lainnya dapat dihitung dengan cara dan rumus yang sama seperti analisa diatas, yang dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekapitulasi durasi rencana dan kapasitas jumlah tenaga kerja

No	Item Pekerjaan	Sat.	Koefisien	Durasi Normal (hari)	Durasi Rencana (hari)
1	Pekerjaan Struktur Bawah				
1.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	m'	10000,00		76
	Pekerja	jam	1,606	2295	
	Tukang	jam	0,803	1147	
	Mandor	jam	0,268	382	
1.2	PIT	titik	1000,00		71
	Tenaga Ahli	OH	1,000	1000	
	Tenaga Pendukung	OH	2,000	2000	
1.3	PDA Test	titik	500,00		71
	Tenaga Ahli	OH	1,000	500	
	Tenaga Pendukung	OH	4,000	2000	
1.4	Axial Loading Test	titik	1,00		1
	Pekerja	OH	3,000	3	

No	Item Pekerjaan	Sat.	Koefisien	Durasi Normal (hari)	Durasi Rencana (hari)
	Operator	OH	1,000	1	
	Tenaga Ahli	OH	1,000	1	
	Tenaga Pendukung	OH	1,000	1	
1.5	Lateral Loading Test	titik	2,00		2
	Tenaga Ahli	OH	1,000	2	
	Tenaga Pendukung	OH	1,000	2	
	Operator	OH	1,000	2	
	Pekerja	OH	3,000	6	
1.6	Pembobokan Bore Pile	m3	25000,00		21
	Pekerja	jam	0,069	247	
	Mandor	jam	0,006	21	
1.7	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	m3	8000,00		113
	Pekerja	jam	7,095	8109	
	Tukang	jam	10,643	12163	
	Mandor	jam	0,887	1014	
1.8	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	kg	1500000,00		188
	Pekerja	jam	0,105	22500	
	Tukang	jam	0,035	7500	
	Mandor	jam	0,035	7500	
1.9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	m3	500,00		96
	Pekerja	jam	2,677	191	
	Tukang	jam	4,016	287	
	Mandor	jam	0,335	24	
1.10	Beton K-400 (Pier Kolom)	m3	7000,00		189
	Pekerja	jam	10,643	10643	
	Tukang	jam	26,606	26606	
	Mandor	jam	0,887	887	
1.11	Besi Beton	kg	3500000,00		350
	Pekerja	jam	0,105	52500	
	Tukang	jam	0,035	17500	
	Mandor	jam	0,035	17500	
1.12	Pekerjaan Shoring	ls	1,000		191
2	Pekerjaan Struktur Atas				
2.1	Beton K-500 (Pier Head)	m3	18000,00		228
	Pekerja	jam	10,643	27366,61	
	Tukang	jam	26,606	68416,52	
	Mandor	jam	1,774	4561,10	
2.2	Strand dan Stressing Pier	kg	500000,00		125
	Pekerja	OH	0,050	25000,00	
	Tukang	OH	0,050	25000,00	
	Mandor	OH	0,003	1500,00	
	Operator	OH	0,050	25000,00	
	Tenaga Pendukung	OH	0,005	2500,00	
	Tenaga Ahli	OH	0,003	1500,00	

No	Item Pekerjaan	Sat.	Koefisien	Durasi Normal (hari)	Durasi Rencana (hari)
	MobDemob	ls	1,000		
2.3	Besi Beton	kg	7500000,00		469
	Pekerja	jam	0,105	112500	
	Tukang	jam	0,035	37500	
	Mandor	jam	0,035	37500	
2.4	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal	ls	1,00		249

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2013

4.2.4 Penyusunan Network Planning

Langkah awal dalam penentuan jalur kritis adalah penyusunan network planning (diagram jaringan) yang merupakan bagian utama dalam perencanaan pengendalian waktu proyek. Aktivitas pada jalur kritis merepresentasikan tugas-tugas yang akan menunda keseluruhan proyek, kecuali bila mereka dapat diselesaikan secara tepat waktu. Untuk dapat menyusun diagram jaringan yang dilakukan adalah menganalisa hubungan antar aktivitas dengan dasar *time schedule* yang telah diperoleh. Untuk dapat mengetahui urutan pekerjaan dan keterkaitan antar aktivitas serta durasi tiap-tiap aktivitas dapat dilakukan dengan menyusun network diagram. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan terhadap waktu pada tiap aktivitas yang meliputi saat paling awal dan paling akhir terjadinya event, saat mulai paling awal dan paling lambat suatu aktivitas, dan lain - lain. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui earlies start (ES) dimana saat paling cepat pekerjaan tersebut dilaksanakan, earlies finish (EF) dimana saat paling cepat pekerjaan tersebut diselesaikan, latest start (LS) dimana saat paling lambat pekerjaan tersebut dilaksanakan, latest finish

(LF) dimana saat paling lambat pekerjaan tersebut diselesaikan, free float (FF) dimana jumlah waktu tunda (waktu senggang) pekerjaan tanpa mempengaruhi waktu awal pekerjaan berikutnya, dan total float (TF) dimana jumlah waktu tunda pekerjaan dapat mempengaruhi pekerjaan berikutnya dan akhir proyek. Aktifitas yang total floatnya sama dengan nol merupakan lintasan kritis dari urutan aktivitas-aktivitas yang terjadi. Penyusunan network diagram dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.1 berikut.

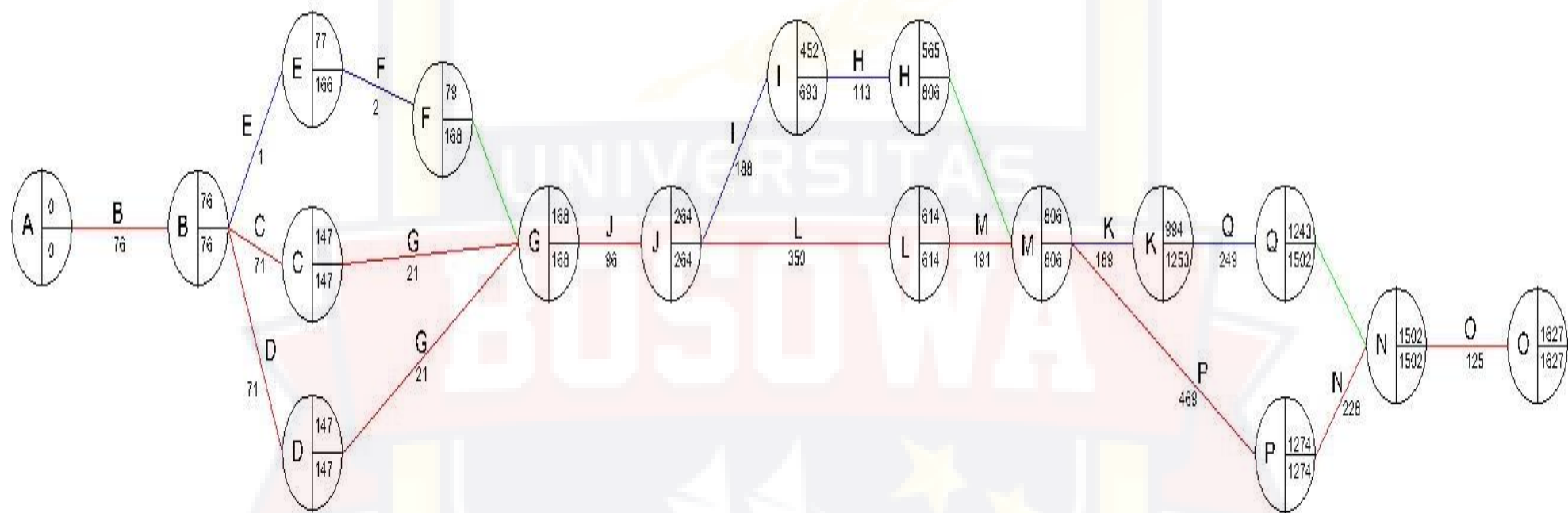


Tabel 4.5 Penyusunan network planning proyek tol layang AP. Pettarani

No	Item Pekerjaan	Kegiatan	Durasi	Sebelum	Sesudah	ES	EF	LS	LF	FF	TF	Ket.
			(hari)				ES+D					LF-D
1	Proyek Tol Layang AP. Pettarani	A			B	0	0	0	0	0	0	
2	Pekerjaan Struktur Bawah											
3	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	B	76	A	C, D, E	0	76	0	76	76	0	lintasan kritis
4	PIT	C	71	B	G	76	148	76	148	71	0	lintasan kritis
5	PDA Test	D	71	B	G	76	148	76	148	71	0	lintasan kritis
6	Axial Loading Test	E	1	B	F	76	77	166	168	1	91	non-kritis
7	Lateral Loading Test	F	2	E	G	77	79	168	168	2	89	non-kritis
8	Pembobokan Bore Pile	G	21	C, D, F	J	148	168	148	168	21	0	lintasan kritis
9	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	H	113	I	M	452	564	806	806	113	241	non-kritis
10	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	I	188	J	H	264	452	693	806	188	354	non-kritis
11	Beton K-125 (Lantai Kerja)	J	96	G	I, L	168	264	168	264	96	0	lintasan kritis
12	Beton K-400 (Pier Kolom)	K	189	M	Q	806	994	1253	1502	189	508	non-kritis
13	Besi Beton	L	350	J	M	264	614	264	614	350	0	lintasan kritis
14	Pekerjaan Shoring*	M	191	H, L	K, P	614	806	614	806	191	0	lintasan kritis
15	Pekerjaan Struktur Atas											
16	Beton K-500 (Pier Head)	N	228	P, Q	O	1274	1502	1274	1502	228	0	lintasan kritis
17	Strand dan Stressing Pier	O	125	N	-	1502	1627	1502	1627	125	0	lintasan kritis
18	Besi Beton	P	469	M	N	806	1274	806	1274	469	0	lintasan kritis
19	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal*	Q	249	K	N	994	1243	1502	1502	249	260	non-kritis

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2013

Gambar 4.1 Network planning proyek tol layang AP. Pettarani



Keterangan: — Jalur Kritis

— Jalur Non Kritis

— Jalur Dummy

4.2.5 Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja

Analisa ini untuk mengetahui berapa kebutuhan tenaga kerja yang digunakan untuk setiap pekerjaan. Analisa kebutuhan tenaga kerja ini mengacu pada harga satuan utama (HSPK) dan rencana anggaran biaya (RAB) serta durasi rencana yang telah disetujui. Dengan menggunakan rumus

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja} \cdot \text{durasi rencana}}$$

Sebagai contoh untuk pekerjaan beton K-350 (tiang bore pile Ø12000 mm) dengan volume 10.000 m³ dengan durasi rencana selama 76 hari, maka jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Pekerja} = \frac{10000}{4,358 \cdot 76} = 30 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang} = \frac{10000}{8,715 \cdot 76} = 15 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{10000}{26,145 \cdot 76} = 5 \text{ OH}$$

Untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan lainnya dapat dihitung dengan cara dan rumus yang sama seperti analisa diatas, yang dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi kebutuhan tenaga kerja

No	Item Pekerjaan	Sat.	Koefisien	Kapasitas Kerja	Durasi Rencana (hari)	Jumlah Tenaga (OH)
1	Pekerjaan Struktur Bawah					
1.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	m'	10000,00		76	
	Pekerja	jam	1,606	4,358		30,00
	Tukang	jam	0,803	8,715		15,00
	Mandor	jam	0,268	26,145		5,00
1.2	PIT	titik	1000,00		71	
	Tenaga Ahli	OH	1,000	1,000		14,00
	Tenaga Pendukung	OH	2,000	0,500		28,00
1.3	PDA Test	titik	500,00		71	
	Tenaga Ahli	OH	1,000	1,000		7,00
	Tenaga Pendukung	OH	4,000	0,250		28,00
1.4	Axial Loading Test	titik	1,00		1	
	Pekerja	OH	3,000	0,333		3,00
	Operator	OH	1,000	1,000		1,00
	Tenaga Ahli	OH	1,000	1,000		1,00
	Tenaga Pendukung	OH	1,000	1,000		1,00
1.5	Lateral Loading Test	titik	2,00		2	
	Tenaga Ahli	OH	1,000	1,000		1,00
	Tenaga Pendukung	OH	1,000	1,000		1,00
	Operator	OH	1,000	1,000		1,00
	Pekerja	OH	3,000	0,333		3,00
1.6	Pembobokan Bore Pile	m3	25000,00		21	
	Pekerja	jam	0,069	101,312		12,00
	Mandor	jam	0,006	1215,743		1,00
1.7	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	m3	8000,00		113	
	Pekerja	jam	7,095	0,987		72,00
	Tukang	jam	10,643	0,658		108,00
	Mandor	jam	0,887	7,893		9,00
1.8	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	kg	1500000,00		188	
	Pekerja	jam	0,105	66,667		120,00
	Tukang	jam	0,035	200,000		40,00
	Mandor	jam	0,035	200,000		40,00
1.9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	m3	500,00		96	
	Pekerja	jam	2,677	2,615		2,00
	Tukang	jam	4,016	1,743		3,00
	Mandor	jam	0,335	20,916		0,25

No	Item Pekerjaan	Sat.	Koefisien	Kapasitas Kerja	Durasi Rencana (hari)	Jumlah Tenaga (OH)
1.10	Beton K-400 (Pier Kolom)	m3	7000,00		189	
	Pekerja	jam	10,643	0,658		56,40
	Tukang	jam	26,606	0,263		141,00
	Mandor	jam	0,887	7,893		4,70
1.11	Besi Beton	kg	3500000,00		350	
	Pekerja	jam	0,105	66,667		150,00
	Tukang	jam	0,035	200,000		50,00
	Mandor	jam	0,035	200,000		50,00
1.12	Pekerjaan Shoring	ls	1,000		191	<i>fixed cost</i>
2	Pekerjaan Struktur Atas					
2.1	Beton K-500 (Pier Head)	m3	18000,00		228	
	Pekerja	jam	10,643	0,658		120,00
	Tukang	jam	26,606	0,263		300,00
	Mandor	jam	1,774	3,946		20,00
2.2	Strand dan Stressing Pier	kg	500000,00		125	
	Pekerja	OH	0,050	20,000		200,00
	Tukang	OH	0,050	20,000		200,00
	Mandor	OH	0,003	333,333		12,00
	Operator	OH	0,050	20,000		200,00
	Tenaga Pendukung	OH	0,005	200,000		20,00
	Tenaga Ahli	OH	0,003	333,333		12,00
	MobDemob	ls	1,000	1,000		1,00
2.3	Besi Beton	kg	7500000,00		469	
	Pekerja	jam	0,105	66,667		240,00
	Tukang	jam	0,035	200,000		80,00
	Mandor	jam	0,035	200,000		80,00
2.4	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal	ls	1,00		249	<i>fixed cost</i>

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2013

4.2.6 Analisa Kebutuhan Material

Analisa ini untuk mengetahui berapa kebutuhan material untuk setiap pekerjaan. Analisa kebutuhan material ini mengacu kepada Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 dan Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 02 /SE/Db/2018. Dengan menggunakan rumus:

Kebutuhan material = koefisien tenaga kerja x volume pekerjaan

Sebagai contoh untuk pekerjaan beton K-350 (tiang bore pile Ø12000

mm) dengan volume 10.000 m³:

- Beton K-350 = 1,92 x 10000 = 19226,55 m³
- Baja tulangan = 384,53 x 10000 = 3845309,41 kg
- Casing = 3,77 x 10000 = 37699,11 m²

Untuk menghitung kebutuhan material pada pekerjaan lainnya dapat dihitung dengan cara dan rumus yang sama seperti Analisa diatas, yang dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi kebutuhan material

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Volume	Keb. Material
1	Pekerjaan Struktur Bawah				
1.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	m'		10000,00	
	Beton K-350	m3	1,92		19226,55
	Baja Tulangan	kg	384,53		3845309,41
	Casing	m2	3,77		37699,11
1.2	PIT	titik		1000,00	1000,00
1.3	PDA Test	titik		500,00	500,00
1.4	Axial Loading Test	titik		1,00	1,00
1.5	Lateral Loading Test	titik		2,00	2,00
1.6	Pembobokan Bore Pile	m3		25000,00	
1.7	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	m3		8000,00	
	Semen	kg	346,89		2775149,60
	Pasir Beton	m3	2,75		21999,61
	Agregat Kasar	m3	0,81		6463,94
	Kayu Perancah	m3	0,40		3200,00
	Paku	kg	4,80		38400,00
	Air	ltr	190,55		1524400,00
	Plastizier	kg	1,04		8325,45
1.8	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	kg		1500000,00	
	Baja Tulangan	kg	1,05		1575000,00
	Kawat Beton	kg	0,02		22500,00
1.9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	m3		500,00	
	Semen	kg	237,93		118965,00
	Pasir Beton	m3	0,60		297,98

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Volume	Keb. Material
	Agregat Kasar	m3	0,92		457,66
	Kayu Perancah	m3	0,40		200,00
	Paku	kg	4,80		2400,00
	Air	ltr	166,86		83430,00
	Plastizier	kg	0,71		356,90
1.10	Beton K-400 (Pier Kolom)	m3		7000,00	
	Semen	kg	389,43		2726028,90
	Pasir Beton	m3	2,63		18408,09
	Agregat Kasar	m3	0,81		5642,62
	Kayu Perancah	m3	0,40		2800,00
	Paku	kg	4,80		33600,00
	Air	ltr	190,55		1333850,00
	Plastizier	kg	1,17		8178,09
1.11	Besi Beton	kg		3500000,00	
	Baja Tulangan	kg	1,05		3675000,00
	Kawat Beton	kg	0,02		52500,00
1.12	Pekerjaan Shoring	Ls		1,00	<i>fixed cost</i>
2	Pekerjaan Struktur Atas				
2.1	Beton K-500 (Pier Head)	m3		18000,00	
	Semen	kg	787,63		14177286,00
	Pasir Beton	m3	2,40		43208,84
	Agregat Kasar	m3	0,80		14394,37
	Kayu Perancah	m3	0,40		7200,00
	Paku	kg	4,80		86400,00
	Air	ltr	314,50		5661000,00
	Plastizier	kg	2,36		42531,86
2.2	Strand dan Stressing Pier	kg		500000,00	
	Baja Prategang	kg	335,00		167500000,00
	Kawat Beton	kg	3,19		1595238,10
	Grouting	kg	1,85		925000,00
	Laporan	ls	1,00		1,00
2.3	Besi Beton	kg		7500000,00	
	Baja Tulangan	kg	1,05		7875000,00
	Kawat Beton	kg	0,02		112500,00
2.4	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal	ls		1,00	<i>fixed cost</i>

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2013

4.2.7 Analisa Kapasitas Alat Berat

Kapasitas kerja alat adalah kemampuan alat untuk menghasilkan suatu produksi per hari dalam besaran volume. Besarnya produksi yang bisa dihasilkan suatu alat per hari berbeda bergantung pada jenis pekerjaan,

waktu siklus, keadaan medan dan keadaan manajemen alat. Rumus yang digunakan untuk mengetahui nilai kapasitas alat berat per hari yaitu:

$$\text{Kapasitas alat berat per hari} = \frac{\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi pekerjaan}}}{\text{koefisien alat berat} \times 7 \text{ jam kerja}}$$

Sebagai contoh untuk pekerjaan beton K-350 (tiang bore pile Ø12000 mm) dengan volume 10.000 m dengan durasi rencana selama 76 hari dan jam kerja dalam sehari 7 jam kerja, sehingga kebutuhan alat berat yang digunakan adalah:

- Bore pile $= \frac{\frac{10000}{76}}{0,27 \times 7} = 5$ per hari
- Concrete pump $= \frac{\frac{10000}{76}}{0,24 \times 7} = 4,44$ per hari
- Truck mixer $= \frac{\frac{10000}{76}}{0,79 \times 7} = 14,78$ per hari
- Concrete vibrator $= \frac{\frac{10000}{76}}{1,13 \times 7} = 21,09$ per hari
- Bucket cor $= \frac{\frac{10000}{76}}{0,19 \times 7} = 3,52$ per hari
- Crawler Crane $= \frac{\frac{10000}{76}}{0,04 \times 7} = 0,83$ per hari
- Alat bantu = 1,00 ls

Untuk menghitung kapasitas alat berat pada pekerjaan lainnya dapat dihitung dengan cara dan rumus yang sama seperti Analisa diatas, yang dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rekapitulasi kapasitas alat berat

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume	Kap. Alat
1	Pekerjaan Struktur Bawah			
1.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	m'	10.000,00	
	Bore Pile	jam	0,27	5,00
	Concrete Pump	jam	0,24	4,44
	Truck Mixer	jam	0,79	14,78
	Concrete Vibrator	jam	1,13	21,09
	Bucket Cor	jam	0,19	3,52
	Crawler Crane 35 Ton	jam	0,04	0,83
	Alat bantu	ls	1,00	1,00
1.2	PIT	titik	1.000,00	1.000,00
1.3	PDA Test	titik	500,00	500,00
1.4	Axial Loading Test	titik	1,00	1,00
1.5	Lateral Loading Test	titik	2,00	2,00
1.6	Pembobokan Bore Pile	m3	25.000,00	25.000,00
	Excavator	Jam	0,01	1,00
	Rock Drill Breaker	Jam	0,03	5,48
	Dump Truck	Jam	1,69	293,15
	Alat Bantu	Ls	1,00	1,00
1.7	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	m3	8.000,00	8.000,00
	Concrete Mixing Plant	jam	0,89	9,00
	Truck Mixer	jam	1,23	12,51
	Concrete Pump	jam	0,12	1,24
	Concrete Vibrator	jam	0,90	9,17
	Water Tank Truck	jam	0,04	0,39
	Thermocouple	buah	3,00	3,00
	Alat Bantu	Ls	1,00	1,00
1.8	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	kg	1.500.000,00	1.500.000,00
	Gunting Potong Baja	jam	0,01	10,86
	Kunci Pembengkok Tulangan	jam	0,01	11,43
1.9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	m3	500,00	
	Concrete Mixer	jam	0,33	0,25
	Concrete Vibrator	jam	2,01	1,50
	Water Tank Truck	jam	0,04	0,03
1.10	Beton K-400 (Pier Kolom)	m3	7.000,00	7.000,00
	Concrete Mixing Plant	jam	0,89	4,70
	Truck Mixer	jam	1,23	6,54
	Concrete Pump	jam	0,12	0,65
	Concrete Vibrator	jam	0,90	4,79
	Water Tank Truck	jam	0,04	0,20
1.11	Besi Beton	kg	3.500.000,00	3.500.000,00
	Gunting Potong Baja	jam	0,01	12,21
	Kunci Pembengkok Tulangan	jam	0,01	12,86
1.12	Pekerjaan Shoring	Ls	1,00	<i>fixed cost</i>

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume	Kap. Alat
2	Pekerjaan Struktur Atas			
2.1	Beton K-500 (Pier Head)	m3	18.000,00	18.000,00
	Concrete Mixing Plant	jam	0,89	10,00
	Truck Mixer	jam	1,23	13,90
	Concrete Pump	jam	0,12	1,38
	Concrete Vibrator	jam	0,90	10,19
	Water Tank Truck	jam	0,04	0,43
2.2	Strand dan Stressing Pier	kg	500.000,00	500.000,00
	Stressing Jack Lengkap	unit	1,00	1,00
	Scaffolding lengkap	set	1,00	1,00
	MobDemob Peralatan	Ls	1,00	1,00
	Pelaksanaan pekerjaan	kg	335,00	335,00
	Alat bantu	Ls	1,00	1,00
2.3	Besi Beton	kg	7.500.000,00	7.500.000,00
	Gunting Potong Baja	jam	0,01	21,71
	Kunci Pembengkok Tulangan	jam	0,01	22,86
2.4	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal	Ls	1,00	<i>fixed cost</i>

Sumber: Hasil output Microsoft Office Excel 2013

4.3 Penjadwalan Pekerjaan dengan *Microsoft Office Project*

Untuk memudahkan dalam penggunaan *Microsoft Office Project* dilakukan seperti langkah-langkah berikut:

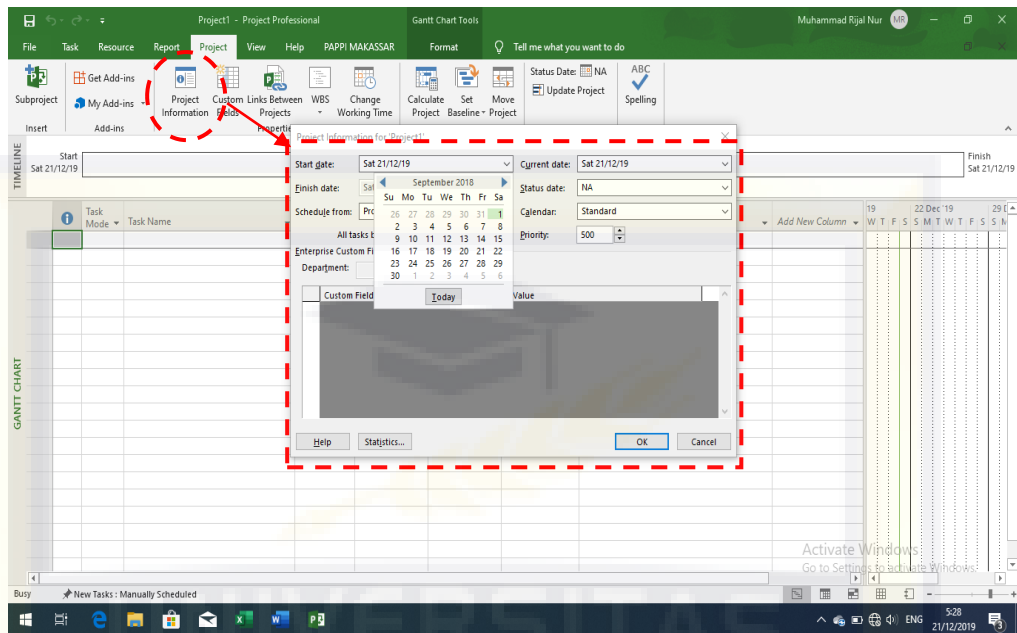
1. Memulai File Baru

Bila *Microsoft Office Project* telah terinstall maka buka file baru sebagaimana membuka file baru dalam aplikasi Office lainnya seperti Word atau Excel.

a. Klik Star > All Programs > *Microsoft Office* > *Microsoft Office Project*

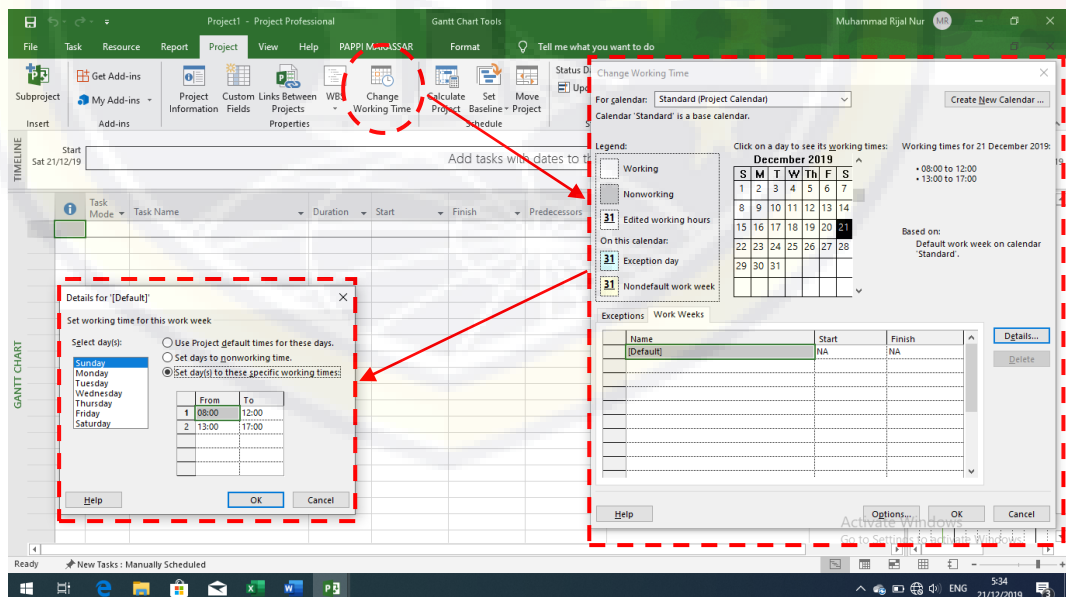
2. Mengatur Jadwal Mulai Proyek dan Waktu Jam Kerja

Setelah lembaran *Ms. Project* terbuka yang perlu pertama kali dilakukan yakni mengatur jadwal mulai proyek caranya adalah klik menu project > pilih project information > pilih tanggal mulai proyek pada start date.



Gambar 4.2 Mengatur jadwal mulai proyek

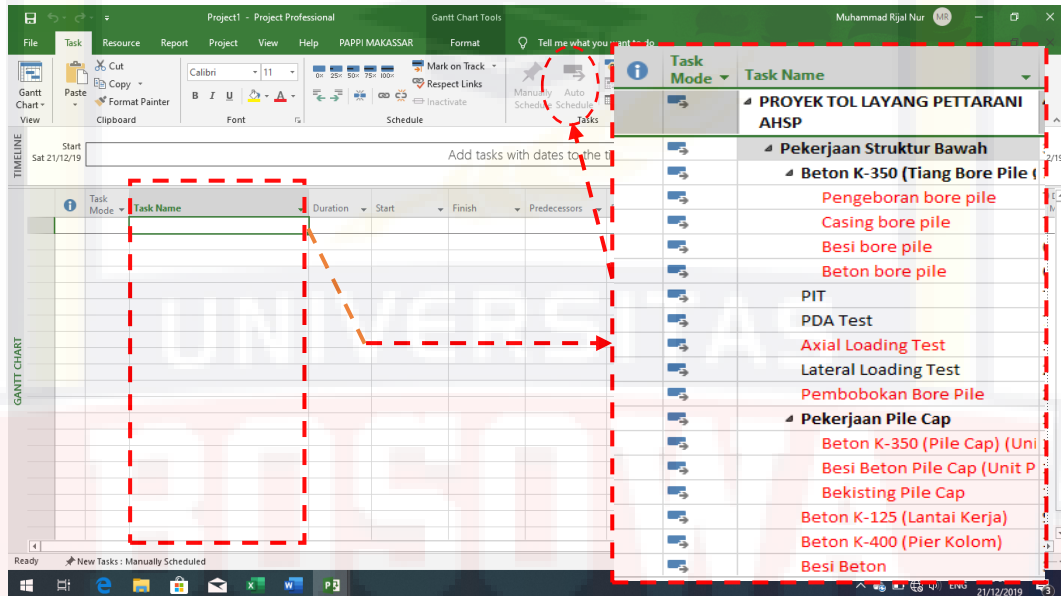
Selanjutnya adalah mengatur waktu jam kerja adalah klik menu project > pilih change working time > pada lembaran change working time pilih work weeks > kemudian pilih details > lalu pilih set day(s) to these specific working times untuk mengatur hari kerja dan jam kerja.



Gambar 4.3 Mengatur jam kerja dan hari kerja proyek

3. Data Item Pekerjaan

Pengisian item pekerjaan bisa langsung dengan cara mengetikkan langsung ke dalam kolom Task Name yang telah disediakan sehingga akan menjadi seperti gambar berikut:



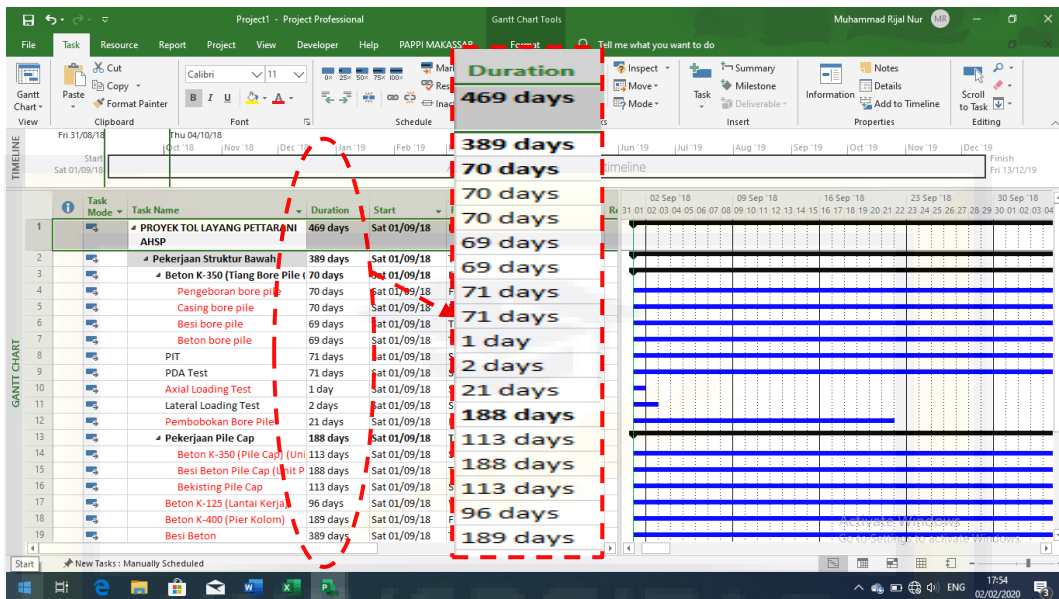
Gambar 4.4 Daftar item pekerjaan

Setelah mengisi task name (nama item kegiatan) kemudian pada kolom Task Mode ubah menjadi auto schedule dengan cara blok semua kolom pada task mode > pilih menu task > pilih auto schedule

4. Menetapkan waktu kegiatan

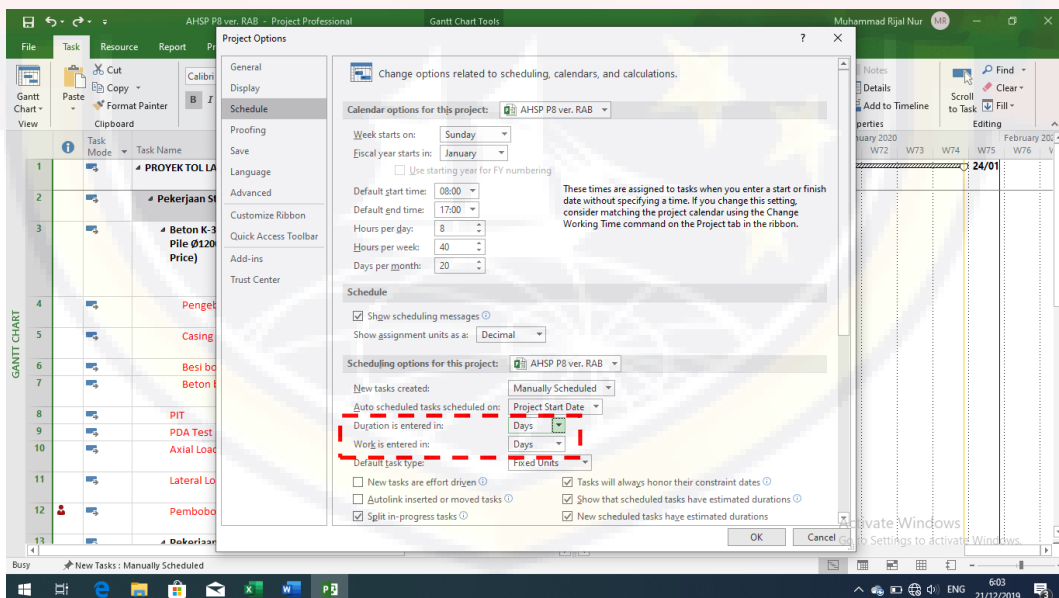
Durasi adalah menyatakan jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu kegiatan atau pekerjaan pada suatu proyek. Adapun Caranya sebagai berikut:

- Pada lembar kerja Gant Chart, isi data rencana kegiatan pada kolom duration sesuai hasil analisa durasi pekerjaan pada tabel 4.4.



Gambar 4.5 Durasi Pekerjaan

- b. Ubah satuan Duration dalam day, caranya pilih menu *File > Options > pilih tab Schedule*, ganti Duration is entered in dalam *Days* dan ganti *Work* is entered in dalam *Days*.



Gambar 4.6 Pengaturan satuan duration dan work

5. Hubungkan ketergantungan antar pekerjaan pada kolom predesesor

Relasi pekerjaan dibuat untuk mengaitkan pekerjaan-pekerjaan yang saling berhubungan. Langkah-langkah untuk menghubungkan kegiatan, antara lain:

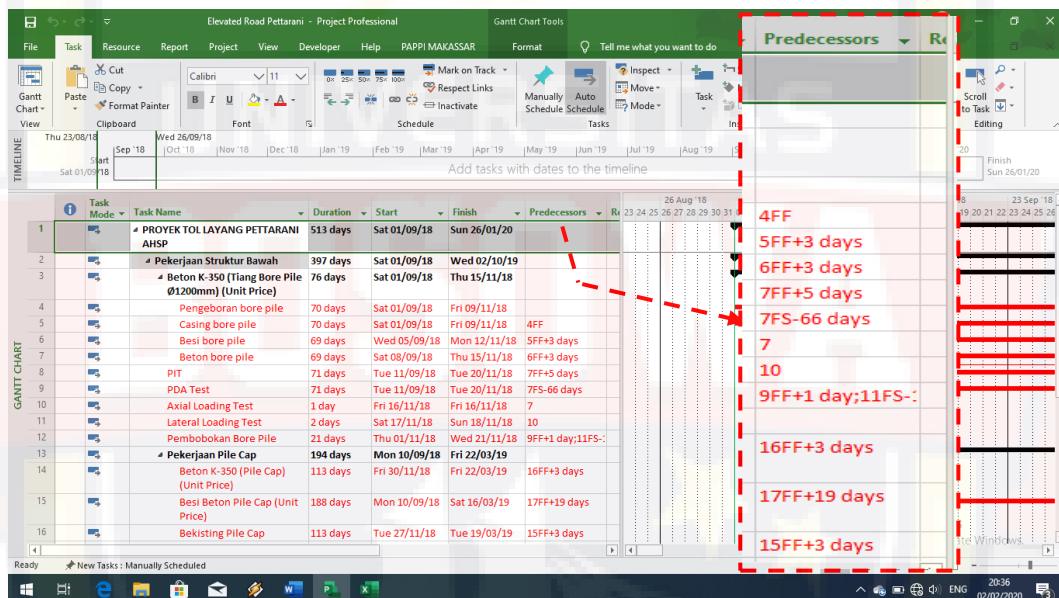
- a. Tampilkan View Gant Chart Menu \View\Gant Chart atau
- b. Pada lembar kerja Gant Chart, isi data rencana kegiatan pada kolom Predecessor. Cara mengisi predesesor berdasarkan network planning yang telah disusun, namun tetap mempertimbangkan waktu durasi 17 bulan yang telah ditetapkan serta logika urutan pelaksanaan pekerjaan yang akan terjadi dilapangan. Sehingga predecessor yang di input kedalam Microsoft project dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 4.9 Hubungan ketergantungan pekerjaan (predecessor)

No.	Item Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessors
1	Pekerjaan Struktur Bawah		
2	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	76	
2.1	Pengeboran bore pile	70	
2.2	Casing bore pile	70	4FF
2.3	Besi bore pile	69	5FF+3 days
2.4	Beton bore pile	69	6FF+3 days
3	PIT	71	7FF+5 days
4	PDA Test	71	7FS-66 days
5	Axial Loading Test	1	7
6	Lateral Loading Test	2	10
7	Pembobokan Bore Pile	21	9FF+1 day;11FS-18 days;8FF+1 day
8	Pekerjaan Pile Cap	194	
8.1	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	113	16FF+3 days
8.2	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	188	17FF+19 days
8.3	Bekisting Pile Cap	113	15FF+3 days
9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	96	12FS-3 days
10	Beton K-400 (Pier Kolom)	189	20FF+3 days
11	Besi Beton	350	17FS-164 days
12	Pekerjaan Shoring*	191	19FF+5 days;14FS-25 days

No.	Item Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessors
13	Pekerjaan Struktur Atas		
14	Beton K-500 (Pier Head)	228	24FF+3 days;26FF+10 days
15	Strand dan Stressing Pier	125	27FF+3 days
16	Besi Beton	469	20FS-363 days
17	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal*	249	
17.1	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head	232	18FS-136 days
17.2	Bongkar Form Work dan Shoring Pier Head	214	22FF+7 days

Sumber: Hasil output Microsoft project 2013



Gambar 4.7 Hubungan Item Pekerjaan

6. Menetapkan Harga Satuan Bahan, Upah dan Sewa Alat

Untuk menginput biaya pekerjaan terdapat 2 cara yakni pertama *resource cost* (biaya tenaga kerja langsung) dimana biaya ini diperhitungkan berdasarkan kebutuhan akan tenaga kerja, material, dan penggunaan alat yang meliputi kuantitas maupun kualitasnya. Kemudian dengan menghubungkannya dengan tingkat upah dan biaya-biaya lain atau harga satuan dari masing-masing jenis pekerjaan maka akan dapat

dilakukan penaksiran mengenai biaya tenaga kerja, material dan alat. Cara kedua secara *fixed cost* (biaya tetap) yaitu biaya pasti untuk mendukung suatu pekerjaan dimana tidak ada kaitannya dengan sumberdaya. *Fixed cost* ini tidak dipengaruhi oleh cepat atau pun lambatnya penyelesaian suatu pekerjaan. Biaya *fixed* ini dimasukkan langsung pada saat kita merencanakan jadwal, misalnya untuk memulai pekerjaan diperlukan biaya dokumentasi dan lain-lain, atau pekerjaan yang bervolume 1/lump sum.

Untuk menginput harga satuan bahan, upah dan sewa alat terdapat pada view resource sheet. Resource sheet terdapat kolom yang terdiri dari:

- a. Resource name: nama sumber daya
- b. Type: - *Work* untuk pekerja dan alat
- *Material* untuk bahan
- c. Material Label: satuan sumber daya
- d. Intials: Singkatan nama sumber daya
- e. Group: nama kelompok sumber daya
- f. Max. Unit: jumlah sumber daya yang tersedia
- g. Std rate: ongkos per hari/jam atau per satuan
- h. Over rate: ongkos lembur
- i. Cost/use: harga tetap sumber daya (mobilisasi atau biaya sub kontraktor atau biaya lump sum)
- j. Accrue at: - *Stard*: pembayaran pada awal kegiatan/pekerjaan
- *Prorated*: pembayaran per waktu tertentu atau sesuai waktu per opname pekerjaan

- *End*: pembayaran pada akhir kegiatan/setelah selesai pekerjaan

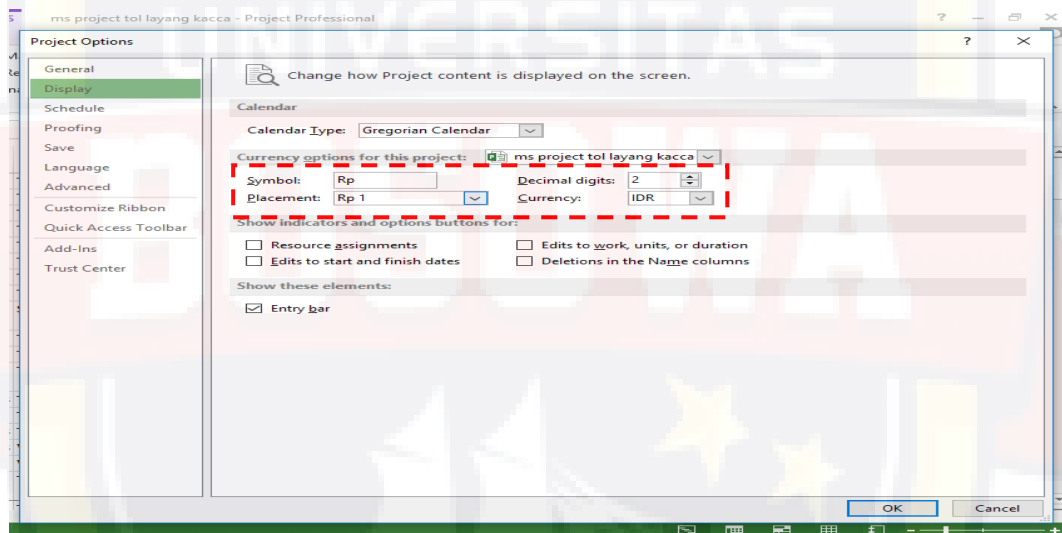
k. Base calendar: waktu kerja yang dipakai

l. Code: untuk membuat penomoran kode

Adapun langkah pengerjaannya:

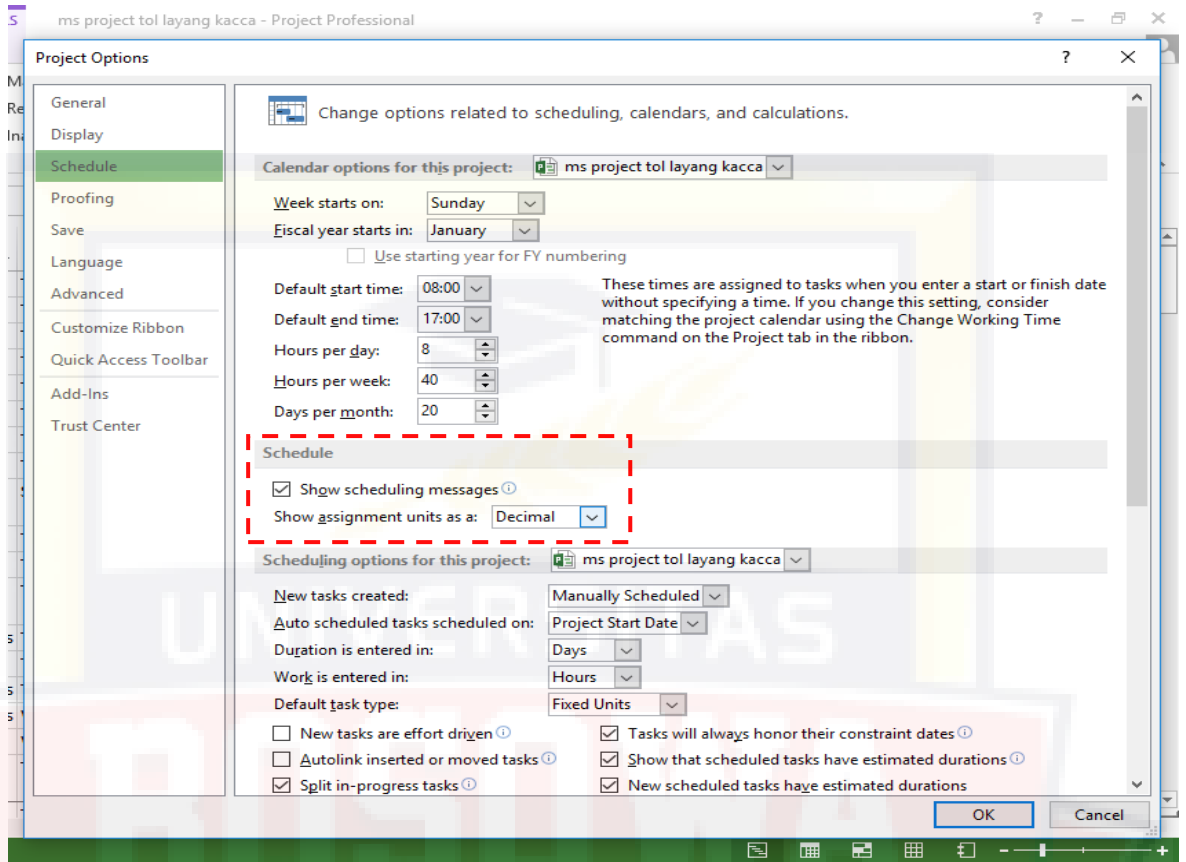
1) Klik Task > Gantt Chart > Resource Sheet

2) Ganti satuan uang jadi *Rp.*, menu *File\Options – tab Display*, ganti Symbol dalam *Rp.*



Gambar 4.8 Pengaturan satuan mata uang

3) Ganti satuan unit pada Max. Units jadi *Decimal*, menu *File\Options – tab Schedule*, ganti Show assignment units as a dalam *Decimal*.



Gambar 4.9 Pengaturan satuan units

- 4) Pada lembar kerja Gant Chart isi data material, pekerja, dan alat yang digunakan berdasarkan hasil analisa harga satuan pekerjaan pada kolom Resource Name.
- 5) Kemudian isi type, max units dan harga setiap material, pekerja, serta alat yang digunakan berdasarkan *basic price* yang dipakai pada AHSP.

Resource Name	Type	Material	Max.	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue	Base	Code
1 Pekerja	Work		500	Rp103.500,00/day	Rp15.063,49/hr	Rp0,00	Proratec	Standard	
2 Tukang	Work		500	Rp131.000,00/day	Rp18.992,06/hr	Rp0,00	Proratec	Standard	
3 Mandor	Work		200	Rp198.500,00/day	Rp28.349,21/hr	Rp0,00	Proratec	Standard	
4 Operator	Work		5	Rp164.500,00/day	Rp23.777,78/hr	Rp0,00	Proratec	Standard	
5 PIT	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp5.718.350,00	Proratec	Standard	
6 PDA Test	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp39.402.550,00	Proratec	Standard	
7 Axial Loading Test	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp1.651.238.645,00	Proratec	Standard	
8 Lateral Loading Test	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp125.827.945,00	Proratec	Standard	
9 Pekerjaan Shoring*	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp495.123.371,00	Proratec	Standard	
10 Strand dan Stressing Pier	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp92.053,00	Proratec	Standard	
11 Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal*	Work		1	Rp0,00/hr	Rp0,00/hr	Rp551.031.793,00	Proratec	Standard	
12 Beton K-350	Material	m3		Rp955.000,00		Rp0,00	Proratec		
13 Baja Tulangan	Material	kg		Rp11.000,00		Rp0,00	Proratec		
14 Casing	Material	m2		Rp9.000,00		Rp0,00	Proratec		
15 Semen	Material	kg		Rp1.180,00		Rp0,00	Proratec		
16 Pasir Beton	Material	m3		Rp417.200,00		Rp0,00	Proratec		
17 Agregat Kasar	Material	m3		Rp507.140,82		Rp0,00	Proratec		
18 Kayu Perancah	Material	m2		Rp2.229.000,00		Rp0,00	Proratec		

Gambar 4.10 Lembar kerja resource sheet

7. Menyusun dan Menempatkan Sumber Daya Pada Gantt Chart

a. Tampilkan View Gantt Chart

b. Pada lembar kerja Gantt Chart, isi data sumber daya dengan cara klik 2x item pekerjaan yang ingin di isi sumber daya. Setelah klik 2x akan muncul task information kemudian pilih Resources.

c. Pada kolom Resource name isi semua sumber daya yang digunakan pada item pekerjaan tersebut berdasarkan AHSP dan isi jumlah units sesuai hasil analisa kapasitas jumlah tenaga kerja, kebutuhan material, dan kapasitas alat berat pada tabel 4.6, tabel 4.7, dan tabel 4.8. Untuk item pekerjaan yang bervolume satu-satuan atau lumpsum diinput secara *fixed cost* untuk menentukan biayanya.

Summary Task Information

General | Predecessors | Resources | Advanced | Notes | Custom Fields

Name: **Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)** Duration: 76 days Estimated


Resources:

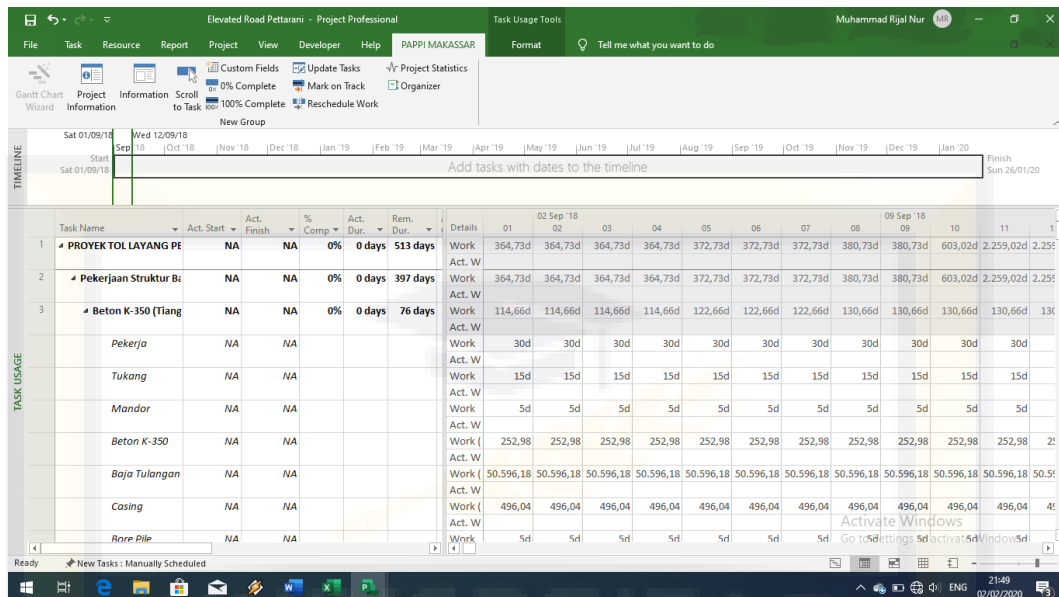
Resource Name	Assignment Owner	Units	Cost
Pekerja		30,00	Rp235.980.000,00
Tukang		15,00	Rp149.340.000,00
Mandor		5,00	Rp74.670.000,00
Beton K-350		19.226,55 m3	Rp18.361.355.250,00
Baja Tulangan		3.845.309,41 kg	Rp42.298.403.510,00
Casing		37.699,11 m2	Rp339.291.990,00
Bore Pile		5,00	Rp2.076.289.600,00
Concrete Pump		4,44	Rp1.372.036.439,04
Truck Mixer		14,78	Rp5.952.206.802,56
Concrete Vibrator		21,09	Rp826.950.035,52

Help OK Cancel

Gambar 4.11 Sumber daya pada tabel resources

8. Mengatur Perataan Sumber Daya

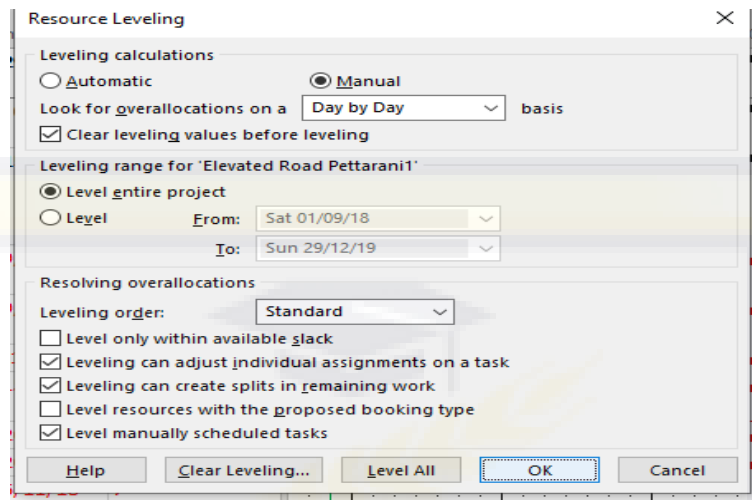
Setelah selesai menyusun jadwal seringkali hasil yang didapatkan jauh dari memuaskan seperti overload sumber daya dari kemampuan yang tersedia hal ini ditandai dengan logo seperti ini . Padahal jadwal yang baik adalah jadwal yang kegiatannya tersusun dengan ketergantungan yang baik dan memiliki jadwal sumber daya yang baik yakni sumber dayanya rata mulai awal proyek sampai selesai, bukan yang sumber dayanya naik turun selama proyek berlangsung. Untuk perataan sumber daya biasanya menggunakan blok schedule, seperti dibawah ini caranya pilih menu task > klik gant chart view > pilih task usage:



Gambar 4.12 Blok schedule sumber daya

Untuk mendapatkan grafik tenaga yang baik, kita dapat mengatur atau menyesuaikan kembali jadwal kegiatan diatas. Penyesuaian diusahakan hanya dilakukan pada kegiatan tidak kritis, namun jika penyesuaian kegiatan tidak kritis sudah dilakukan tapi masih saja sumber dayanya belum baik, maka tidak apa untuk menyesuaikan pada kegiatan yang kritis. Cara penyesuaian sumber daya yaitu dengan menambah atau mengurangi jumlah sumber daya dalam sehari. Ada dua cara melakukan perataan sumber daya (Leveling), antara lain:

- 1) Secara otomatis dilakukan oleh *Ms. Project*
 - a. Tampilkan View Gantt chart.
 - b. Menu *Resource > Leveling Options > pilih automatic > pada look for overlocations on a, pilih day to day > lalu pilih tombol Level All > OK.*



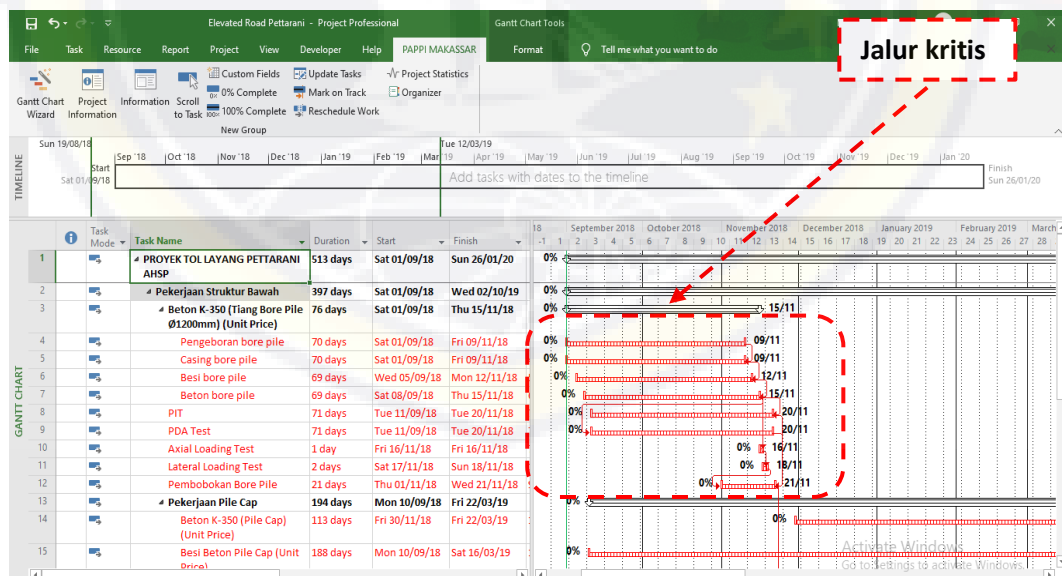
Gambar 4.13 Resource leveling secara otomatis

Leveling secara otomatis mudah namun sering kali menghasilkan waktu yang jauh dari target waktu yang diberikan untuk menyelesaikan proyek.

2) Secara Manual

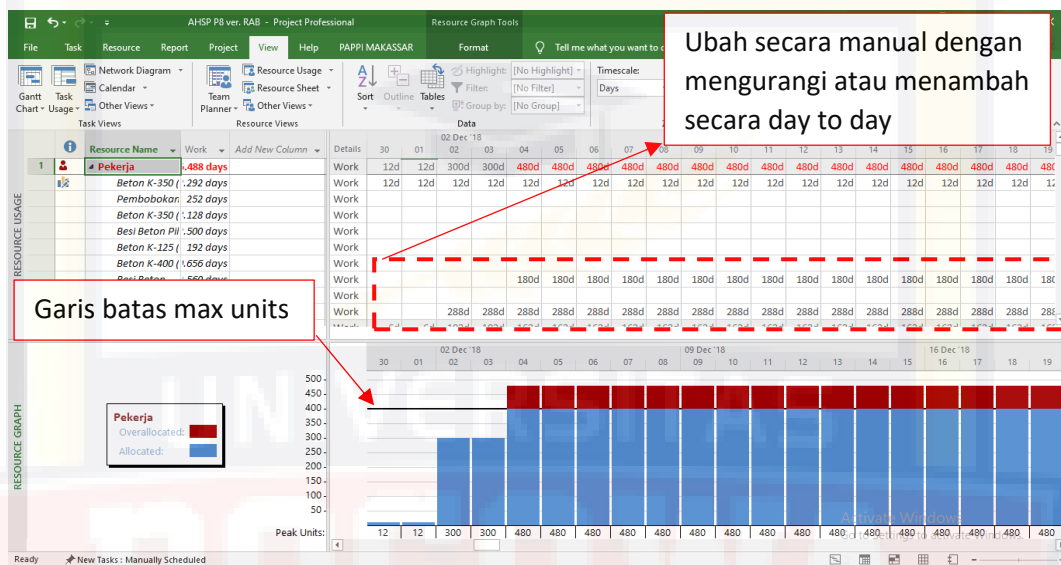
a. Menampilkan lintasan kritis.

Menu *Format* > centang *Critical Task*, bar chart yang berwarna merah merupakan jalur lintasan kritis.



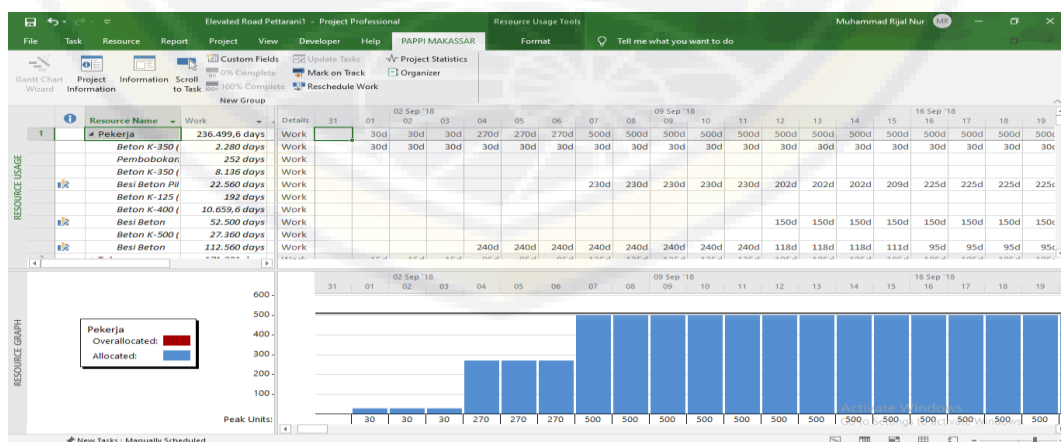
Gambar 4.14 Jalur lintasan kritis

- b. Tampilkan lembar kerja dalam 2 windows, menu *View > pada kolom split view > pilih details*. Pilih window atas untuk *Resource Usage* dan window bawah untuk *Resource Graph*.



Gambar 4.15 Resource leveling secara manual

- c. Cara mengatur sumber daya dengan mengurangi atau menambah jam kerja secara day to day, atau bisa juga dengan menggeser jadwal kehari sebelum/hari berikutnya. Setelah diratakan sumber dayanya maka yang tadinya ada tanda overlocation akan hilang.



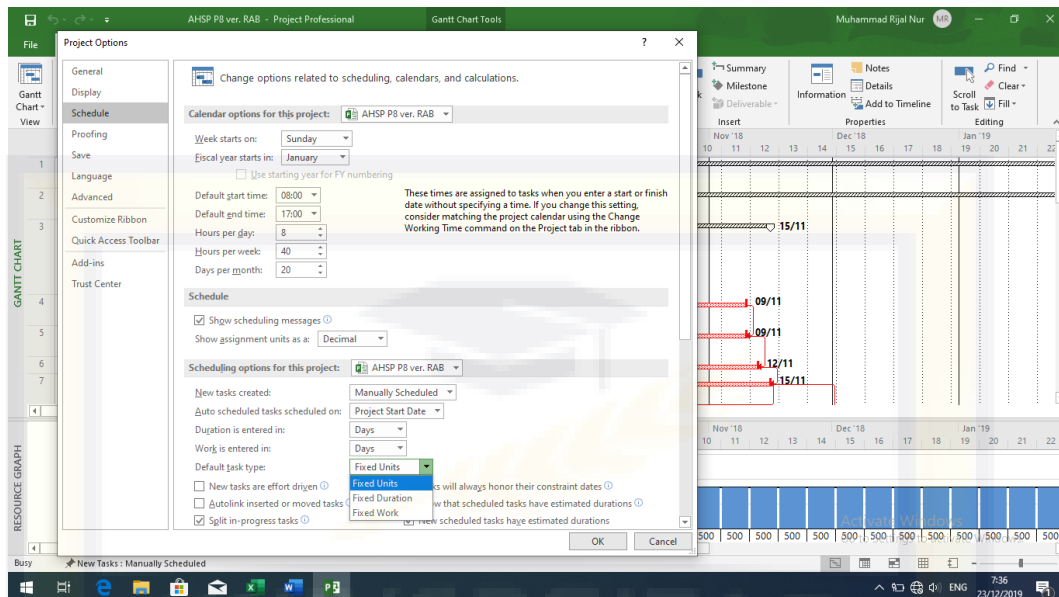
Gambar 4.16 Tampilan Resource (sumber daya) yang telah dileveling

9. Mengatur Hubungan Sumber Daya Dengan Durasi

- a. Fixed Duration; maksudnya kegiatan tersebut akan selesai setelah waktu yang ditentukan berakhir, penambahan sumber daya tidak akan mempengaruhi cepat selesainya kegiatan tersebut. Jika revisi *Units* atau *Duration* komputer hitung ulang jumlah hari kerja (work), jika revisi jumlah pekerja komputer hitung ulang units.
- b. Fixed Unit; ini adalah defaultnya dimana kegiatan tersebut akan selesai setelah volume/sasarnya telah selesai, waktu kegiatan akan berubah apabila sumber daya untuk melaksanakan kegiatan tersebut berubah. Jika revisi *Units* komputer hitung ulang *Duration*, jika revisi *Duration* komputer hitung ulang jumlah hari kerja (work), dan jika revisi jumlah pekerja komputer hitung ulang duration
- c. Fixed work; kondisi ini menyerupai fixed durasi, perbedaannya jika pada fixed durasi saat durasinya diubah, kebutuhan sumber dayanya tidak berubah. Akan tetapi jika pada fixed work jumlah durasinya diubah maka jumlah kebutuhan sumber daya juga berubah sesuai dengan perhitungan kebutuhan kinerjanya.

Pada penelitian ini dipilih Fixed Units. Adapun caranya yaitu:

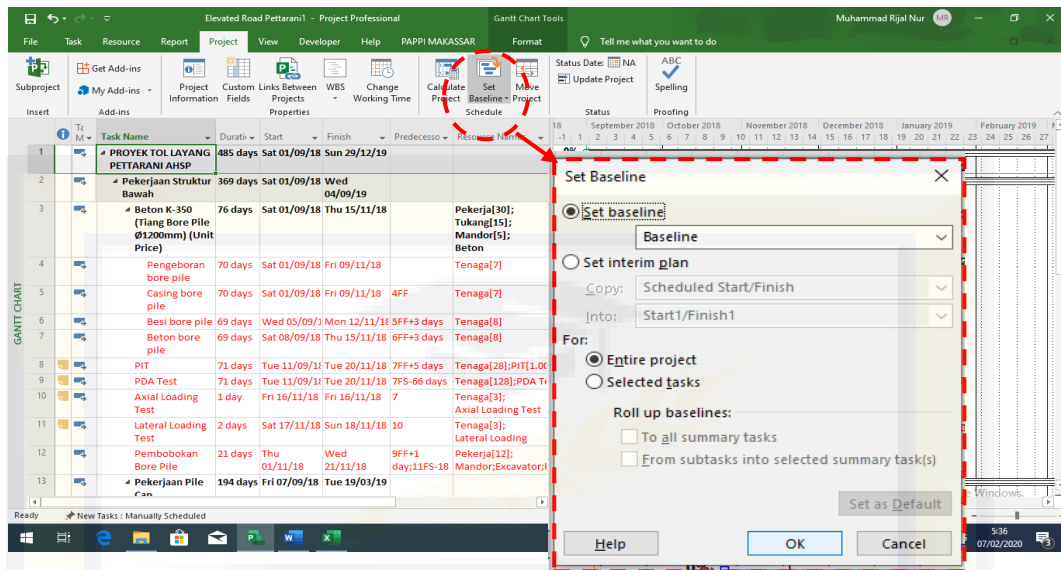
- a. Pilih File > Options > Schedule
- b. Pada tabel schedule pilih Default Task Type kemudian pilih Fixed Units, lalu Ok.



Gambar 4.17 Mengatur hubungan sumber daya dengan durasi

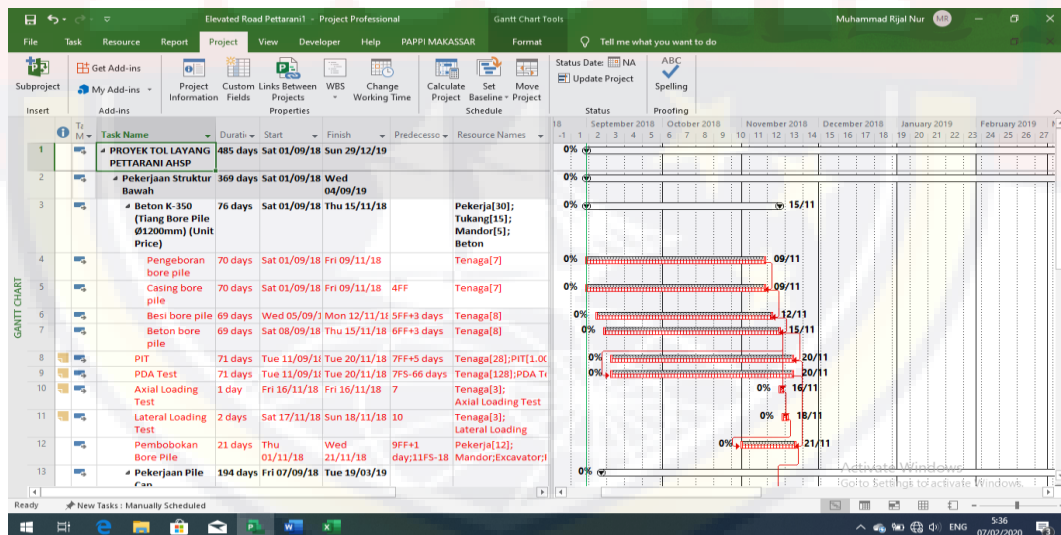
10. Mengatur Baseline

Jika suatu rencana jadwal, sumber daya, dan perkiraan biaya telah tersusun dengan baik dan disetujui, maka rencana tadi bisa ditetapkan sebagai baseline atau target. Baseline plan biasanya dikatakan sebagai target suatu pelaksanaan pembangunan sehingga nantinya bisa dijadikan sebagai pembanding antara rencana yang dibuat dengan kenyataan yang dicapai di lapangan. Untuk membuat baseline, pilih menu *Project > Set Baseline > Ok*.



Gambar 4.18 Save Baseline

Setelah save baseline, tampilan ganchart akan menjadi 2 barchart, barchart diatas merupakan barchart rencana, dan barchart dibawah merupakan barchart realisasi.



Gambar 4.19 Schedule penjadwalan proyek

11. Menampilkan Laporan

Untuk menampilkan laporan, pilih menu *Report* kemudian pilih salah satu model laporan yang ingin ditampilkan.

1) Dashboards

- a. Burndown: Menunjukkan jumlah pekerjaan, tugas - tugas selesai, dan pekerjaan yang tersisa.
- b. Cost Overview: Menunjukkan biaya saat ini status proyek anda. Menampilkan biaya yang direncanakan, sisa biaya, biaya yang sebenarnya, kumulatif biaya, dasar biaya dan persen selesai. Digunakan untuk menentukan apakah proyek akan tetap dalam anggaran.
- c. Project Overview: Menunjukkan berapa banyak dari proyek anda selesai, tonggak yang akan datang, dan setiap akhir tugas.
- d. Upcoming Task: Menunjukkan arus pekerjaan pekan ini, status tersisa tugas-tugas yang jatuh tempo, dan tugas-tugas yang dijadwalkan untuk mulai pada minggu berikutnya.
- e. Work Overview: Menunjukkan kerja burndown untuk proyek anda dan bekerja statistik untuk semua tingkat atas tugas-tugas sehingga anda akan tahu persentase penyelesaian dan pekerjaan apa yang tersisa.

2) Resources

- a. Overallocated Resources: Menunjukkan status pekerjaan untuk overallocated resources, termasuk aktual dan sisa pekerjaan. Digunakan untuk membantu anda dalam menyelesaikan sumber daya overallocations.

b. Resource Overview: Menunjukkan status pekerjaan dari semua sumber daya pekerjaan pada proyek. Digunakan untuk menentukan pekerjaan yang telah diselesaikan dan sisa pekerjaan pada sebuah proyek.

3) Costs

a. Cash Flow: Menunjukkan biaya dan kumulatif biaya per kuartal untuk semua tingkat atas tugas-tugas. Dapat dimodifikasi untuk menunjukkan berbagai biaya dan alternatif periode waktu.

b. Cost Overruns: Menunjukkan biaya varians untuk semua tingkat atas tugas-tugas dan sumber daya pekerjaan. Digunakan untuk menunjukkan dimana biaya aktual melebihi baseline biaya.

c. Earned Value Report: Menunjukkan earned value, variance, dan indikator kinerja dari waktu ke waktu dengan membandingkan biaya dan jadwal ke baseline. Digunakan untuk menentukan apakah proyek anda adalah di jalur bila dibandingkan dengan yang dipilih baseline.

d. Resource Cost Overview: Menunjukkan biaya status pekerjaan sumber daya dan sumber daya material. Menunjukkan biaya rincian dalam tabel dan biaya distribusi dalam grafik.

e. Task Cost Overview: Menunjukkan biaya status top-level tugas. Menunjukkan biaya rincian dalam tabel dan biaya distribusi dalam grafik.

4) In Progress

a. *Critical Task*, merupakan daftar yang berisikan pekerjaan-pekerjaan yang harus diselesaikan tepat waktu.

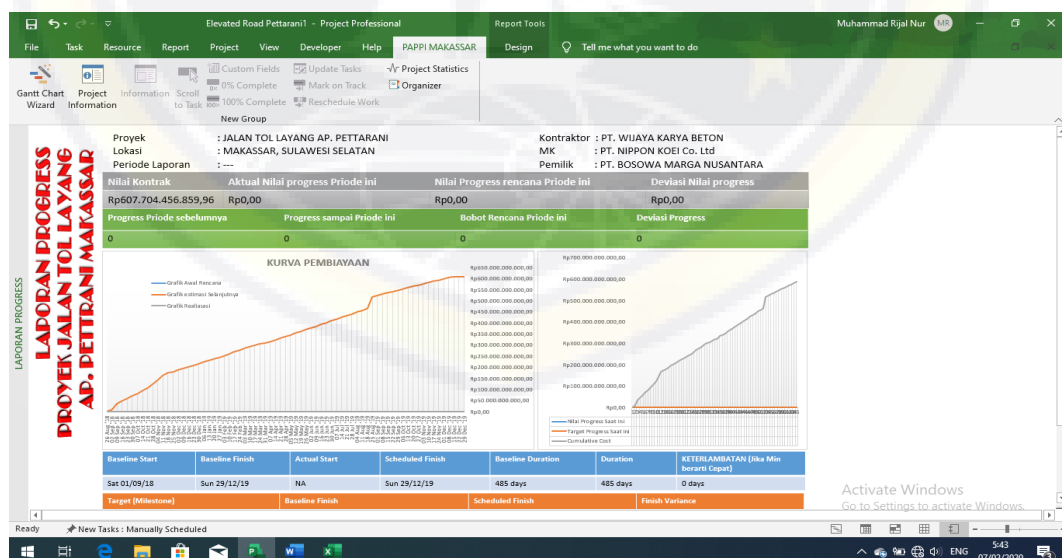
b. *Late Task*: Menunjukkan semua tugas-tugas yang mulai atau selesai kemudian dari mereka dijadwalkan memulai atau selesai tanggal.

c. *Milestone Report*, adalah pelaporan tentang daftar milestone.

d. *Slipping Tasks*: Menunjukkan semua tugas-tugas yang di belakang jadwal dengan tanggal selesai paling lambat tanggal selesai hanya dipilih dibandingkan baseline.

5) Custom

Pilihan untuk menyusun laporan berdasarkan model yang kita kehendaki. Laporan tersebut dapat diedit sesuaikan dengan yang kita kehendaki sehingga tampilan atau informasi yang kita butuhkan dapat ditambahkan atau dikurangi, yaitu dengan mengedit setiap bentuk laporan gallery tersebut. Berikut contoh dashboard laporan kurva s pembiayaan proyek.



Gambar 4.20 Laporan kurva s pembiayaan *ms. Project*

Menampilkan durasi schedule dan total biaya proyek yaitu menu project > project information > statistic > baseline finish untuk durasi schedule > baseline cost untuk total biaya proyek. Durasi yang diperoleh Microsoft project yaitu 485 hari (selesai tgl. 29/12/2019) sedangkan total biaya proyek sebesar Rp 607.704.456.859,96.

	Start	Finish
Current	Sat 01/09/18	Sun 29/12/19
Baseline	Sat 01/09/18	Sun 29/12/19
Actual	NA	NA
Variance	0d	0d

	Duration	Work	Cost
Current	485d	63.188.062,57d	p607.704.456.859,96
Baseline	485d	63.188.062,57d	p607.704.456.859,96
Actual	0d	0d	Rp0,00
Remaining	485d	63.188.062,57d	p607.704.456.859,96

Percent complete:
 Duration: 0% Work: 0%

Close

Gambar 4.21 Project statistic

4.4 Pembahasan

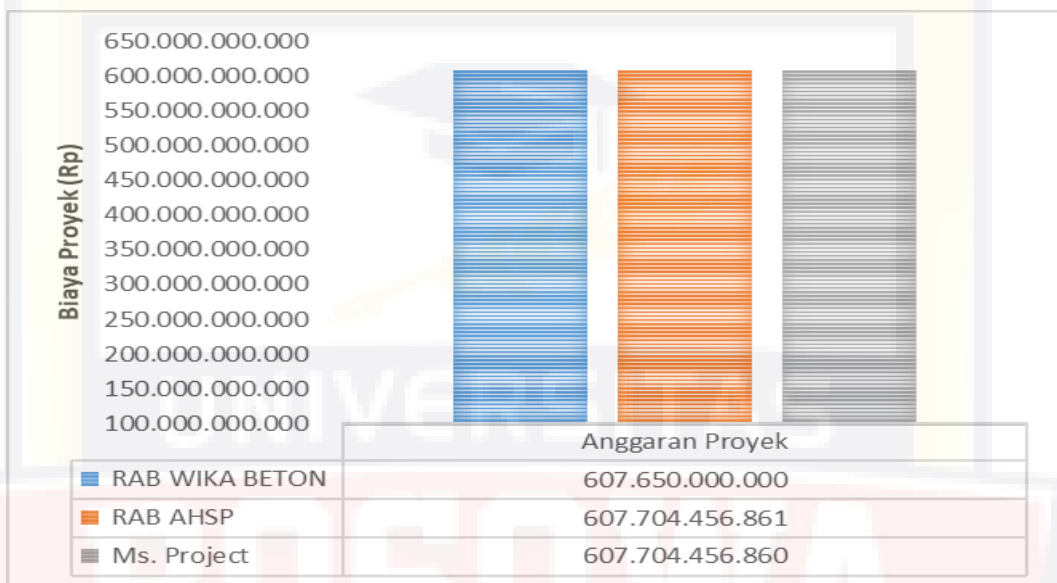
Dari hasil analisa data baik dengan *Microsoft Project* maupun dengan *Microsoft Excel* maka diperoleh selisih perbedaan biaya dan waktu pembangunan jalan tol layang A.P. Pettarani Makassar - Sulawesi Selatan yang dapat dilihat pada tabel 4.10. Hasil output rencana jadwal dan biaya serta kurva s pembiayaan *Ms. Project* dapat dilihat pada lampiran 4.4.

Tabel 4.10 Hasil perbandingan analisa data Microsoft Excel dan Microsoft Project

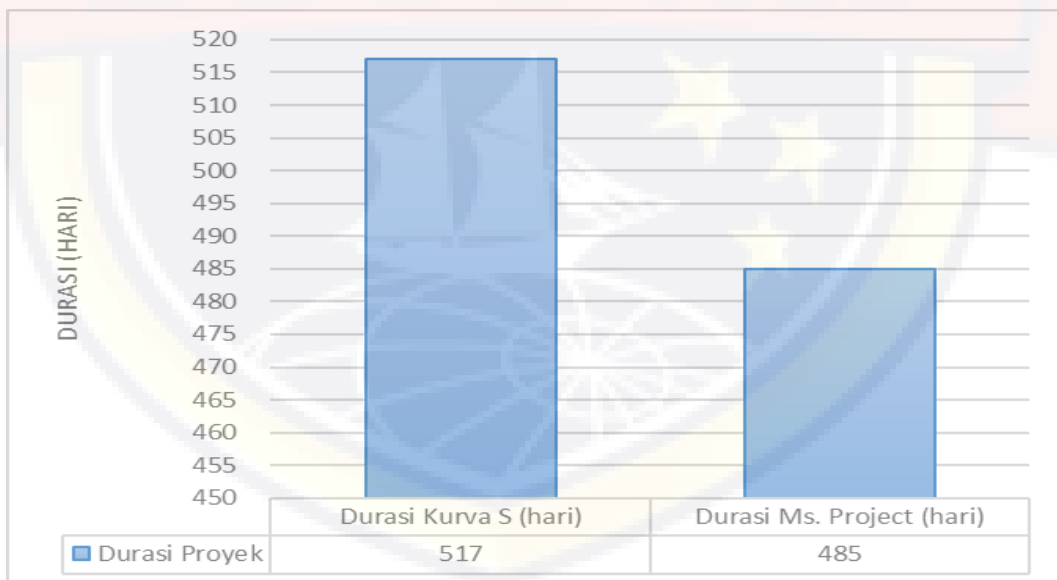
No	Item Pekerjaan	RAB WIKA BETON	RAB AHSP	Ms. Project	Durasi Kurva S (hari)	Durasi Ms. Project (hari)
1	Pekerjaan Struktur Bawah					
1.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	100.000.000.000	80.316.699.820	80.316.699.820	270	76
1.2	PIT	2.000.000.000	4.865.850.000	4.865.850.000	60	71
1.3	PDA Test	20.000.000.000	10.351.275.000	10.351.275.000	270	71
1.4	Axial Loading Test	1.500.000.000	1.061.363.645	1.061.363.645	30	1
1.5	Lateral Loading Test	400.000.000	250.445.891	250.445.890	30	2
1.6	Pembobokan Bore Pile	22.500.000.000	29.073.152.252	29.073.152.252	240	21
1.7	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	16.000.000.000	42.693.178.893	42.693.178.893	390	113
1.8	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	30.000.000.000	28.090.304.881	28.090.304.881	390	188
1.9	Beton K-125 (Lantai Kerja)	750.000.000	1.368.130.268	1.368.130.268	390	96
1.10	Beton K-400 (Pier Kolom)	28.000.000.000	38.926.847.262	38.926.847.262	390	189
1.11	Besi Beton	70.000.000.000	65.544.044.722	65.544.044.722	180	350
1.12	Pekerjaan Shoring*	3.500.000.000	3.500.000.000	3.500.000.000	360	191
	Sub Total	294.650.000.000	306.041.292.632	306.041.292.631		
2	Pekerjaan Struktur Atas					
2.1	Beton K-500 (Pier Head)	117.000.000.000	109.184.940.454	109.184.940.454	420	228
2.2	Strand dan Stressing Pier	40.000.000.000	46.026.699.372	46.026.699.372	420	125
2.3	Besi Beton	150.000.000.000	140.451.524.403	140.451.524.403	450	469
2.4	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal*	6.000.000.000	6.000.000.000	6.000.000.000	450	249
	Sub Total	313.000.000.000	301.663.164.229	301.663.164.229		
	TOTAL	607.650.000.000	607.704.456.861	607.704.456.860	517	485

Sumber: Hasil analisa Microsoft Office Excel 2013 dan Microsoft Office Project 2013

Berikut dibawah ini ditampilkan grafik perbandingan antara durasi dan biaya hasil dari *Microsoft excel* dengan *Microsoft project* berdasarkan table 4.10 diatas, yang dapat dilihat pada gambar 4.22 dan 4.23.



Gambar 4.22 Grafik perbandingan anggaran biaya konstruksi



Gambar 4.23 Grafik perbandingan durasi pelaksanaan

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa anggaran biaya konstruksi hasil output *Microsoft excel* dibutuhkan biaya sebesar Rp 607.650.000.000 (RAB

WIKA Beton) dan setelah dianalisis kembali dengan mengacu pada Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 dan Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 02 /SE/Db/2018 biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 607.704.456.861 (RAB AHSP) atau terjadi selisih biaya sebesar Rp 54.456.861, salah satu hal yang menyebabkan selisih biaya tersebut adalah acuan basic price/harga satuan dan koefisien pekerjaan yang dipakai. Sedangkan hasil olah data *Microsoft Project* dengan bantuan data analisa dari RAB AHSP diperoleh anggaran biaya konstruksi sebesar Rp 607.704.456.860 atau selisih biaya antara RAB WIKA Beton dengan output *Microsoft Project* sebesar Rp 54.456.860. Untuk durasi pelaksanaan dengan *Microsoft Excel* (kurva S) diperoleh durasi waktu selama 517 hari, sedangkan dengan *Microsoft Project* diperoleh durasi waktu selama 485 hari. Sehingga selisih durasi pelaksanaan yakni 32 hari.

Dari hasil analisa antara *Microsoft Excel* dengan *Microsoft Project*, salah satu perbedaan mendasar dari penjadwalan adalah *Ms. Excel* (kurva S) tidak ada predecessornya yang dimana keterkaitan antar aktivitas pekerjaan tidak saling berhubungan sehingga tidak berbentuk network atau jaringan. Jika jadwal tidak berbentuk network, maka setiap penyimpangan sebuah pekerjaan tidak memberi efek terhadap pekerjaan lainnya dan akhir proyek. *Ms. Excel* (kurva S) tidak ada lintasan kritis yang dimana lintasan kritis merupakan roh sebuah *schedule* artinya pekerjaan yang berada pada lintasan kritis adalah pekerjaan yang float/slack bernilai nol sehingga pekerjaan tersebut tidak boleh terlambat karena kurva S terbentuk hanya

berdasarkan persentase biaya sehingga penyimpangan yang terjadi hanya penyimpangan persentase biaya, sedangkan proyeksi keterlambatan proyek tidak dapat diketahui. Sedangkan untuk *Ms. Project* dari hasil analisa memiliki kekurangan dari aspek kemampuan analisa biaya yang dimana hanya mampu menginput sampai dua angkat dibelakang decimal, sehingga pada saat menginput jumlah unit resource/sumber daya, hal ini mempengaruhi selisi biaya total yang didapatkan, keterbatasan total uang yang mampu dihitung masih sampai di angka 1 triliun. Untuk mengatasi kekurangan tersebut apabila terjadi selisih biaya maka ditambahkan selisih biaya tersebut secara *fixed cost*, sedangkan untuk proyek yang nilai diatas 1 triliun, nilai anggarannya dibagi 1/1000 untuk mengatasi masalah tersebut. Dari kekurangan tersebut *Microsoft project* masih software yang baik dan tepat serta efektif untuk melakukan penjadwalan dan pengendalian proyek karena dengan adanya predecessornya, lintasan kritis, dapat mengetahui kapan proyek tersebut selesai, penggunaan sumber daya yang dapat diketahui, bentuk pelaporan yang bisa dicustom, dapat melakukan *reschedule* serta analisa biaya dan jadwalnya dengan metode *earned value* sehingga ketika terjadi penyimpangan dilapangan dapat segera diketahui dan dicarikan solusinya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data pada pelaksanaan pembangunan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani Makassar-Sulawesi Selatan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada *Microsoft Excel* anggaran biaya konstruksi yang didapat sebesar Rp 607.650.000.000 tidak termasuk PPN 10% sedangkan dari hasil *Microsoft Project* anggaran biaya konstruksi sebesar Rp 607.704.456.860 tidak termasuk PPN 10% sehingga selisih biayanya sebesar Rp 54.456.860
2. Untuk durasi pelaksanaan konstruksi dengan *Microsoft Office Excel* (kurva s) diperoleh durasi waktu selama 517 hari, sedangkan dengan *Microsoft Project* (Network Diagram) diperoleh durasi waktu selama 485 hari selisih durasi pelaksanaan konstruksi diperoleh 32 hari kerja.

5.2. Saran

Adapun yang menjadi saran dari peneliti setelah melakukan penelitian ini adalah:

1. Pembuatan hubungan antar pekerjaan (predecessor) dalam *Microsoft Project 2019* hendaknya dilakukan secara cermat dan perlu pemahaman tentang ilmu penjadwalan proyek agar diperoleh hasil analisis yang akurat.

2. Hal yang harus diperhatikan dan perlu dilakukan agar terhindar dari ketidakteraturan kebutuhan sumber daya adalah dengan memperhatikan penjadwalan konstruksi terhadap perataan sumber dayanya dan ketersediaan sumber daya yang ada.
3. Dalam menggunakan program *Microsoft Office Project 2019* untuk pengelolaan konstruksi tidaklah cukup hanya berbekal pengetahuan untuk mengoperasikannya saja, namun perlu dibekali dengan ilmu pemahaman dalam proses pengolahan data manajemen proyek dan manajemen konstruksi.
4. Penggunaan program *Microsoft Office Project 2019* dalam skripsi ini masih sampai pada scheduling proyek, untuk itu masih perlu mempelajari lebih jauh lagi terutama proses tracking, evaluasi/analisis schedule dan cost, serta report.
5. Perlu wawasan yang cukup luas tentang aktivitas pekerjaan konstruksi terutama dalam konstruksi berskala besar dengan memahami kemajuan penggunaan teknologi konstruksi yang dewasa ini berkembang demikian pesatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri, Nugroho Aryo. (2007). *Optimalisasi Penjadwalan Proyek Pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Mas*, Semarang.
- Ando, Muhijra. 2016. *Tinjauan Perencanaan Waktu dan Tenaga Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Panti Sosial di Kota Ternate*, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa, Makassar.
- April, Siska. 2018. *Optimasi Penjadwalan Pekerjaan Peningkatan Jalan Susuk – Prupuk Sangkulirang*, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Asmi, Naya. 2017. *Studi Penjadwalan Waktu dan Biaya pada Proyek Preservasi Rekonstruksi Jalan Metropolitan Makassar*, Fakultas Teknik, UNIBOS, Makassar.
- Dannyanti, Eka dan Sudaryanto, Budi. 2011. “*Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Metode PERT dan CPM (Studi Kasus : Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)*”. *Undergraduate Thesis*. Universitas Diponegoro.
- Hidayat, Fany. 2018, *Metode Pelaksanaan Proyek Tol Layang A.P. Pettarani*, PT. Wijaya Karya Beton, Makassar.
- Heizer, Jay & Barry Render (2011). *Manajemen Operasi*. Edisi Sembilan. Buku Dua. Diterjemahkan oleh Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Empat.
- Izmael, Idzurnida. 2013. *Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Faktor Penyebab dan Tindakan Pencegahannya*. *Jurnal Momentum*, Vol.14 No.1 2013.
- Kerzner, Harold. 1995. *Project Management : A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Madiun, Madcoms. 2013. *Kupas Tuntas Microsoft Office Project 2013*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nazeni, Imam. 2010. *Manajemen Proyek*. UI Press, Jakarta.

- Nur, Rijal M. 2019. *Pengendalian Waktu dan Biaya pada Pembangunan Perumahan Cluster Glassgow Royal Sentraland BTP Maros*, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa, Makassar.
- Pardede, Pontas, M. 2003. *Manajemen Operasi dan Produksi, Teori, Model dan Kebijakan*. Penerbit : ANDI. Yogyakarta
- Putri, Lynna A.Luthan & Syafriandi, ST. 2017. *Manajemen Konstruksi Dengan Aplikasi Microsoft Project*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Putri, Lynna A.Luthan & Syafriandi, ST. 2019. *Progress Report Di Era Industri 4.0 (Aplikasi Microsoft Project)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. (2012). *Linear Programming Applications. Dalam Quantitative Analysis for Management (hal. 312)*. New Jersey: Pearson.
- Rison, 2017. *Analisa Kinerja Biaya dan Waktu dengan Metode Nilai Hasil*, Fakultas Teknik, UNIBOS, Makassar.
- Russel, Roberta S. and Bernard W. Taylor III (2008). *4th Edition, Operations Management*, New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Sompie B.F, 1991. *Manajemen Proyek Suatu Tinjauan Umum*, Fakultas Teknik UNSRAT, Manado.
- Soeharto, Imam. 1999. *Manajemen Proyek Jilid I dan II*, Erlangga, Jakarta.
- Trihendradi C, 2009. *Microsoft Project 2007 : Langkah Cerdas Merencanakan, Menjadwalkan dan Mengontrol Proyek*, Andi Offset, Jakarta.
- Wahana Komputer, 2010. *Microsoft Project 2010 : Panduan Praktis*, Andi Offset, Jakarta.
- Walean, David M,dkk. 2012. *Perencanaan dan Pengendalian Jadwal dengan Menggunakan Program Microsoft Office Project 2010*. Jurnal Sipil Statik, Vol.1 No.1 2012.
- Wowor,FN,dkk. 2013. *Aplikasi Microsoft Project dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek*. Jurnal Sipil Statik, Vol.1 No.8 2013.
- Wulfram I. Ervianto, 2009. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi Offset, Jakarta.

<https://www.blogteknisi.com/2017/11/sekilas-tentang-kurva-s-s-curve-proyek.html>.

<https://caranecom.blogspot.com/2019/04/pengertian-metode-pelaksanaan-proyek.html>

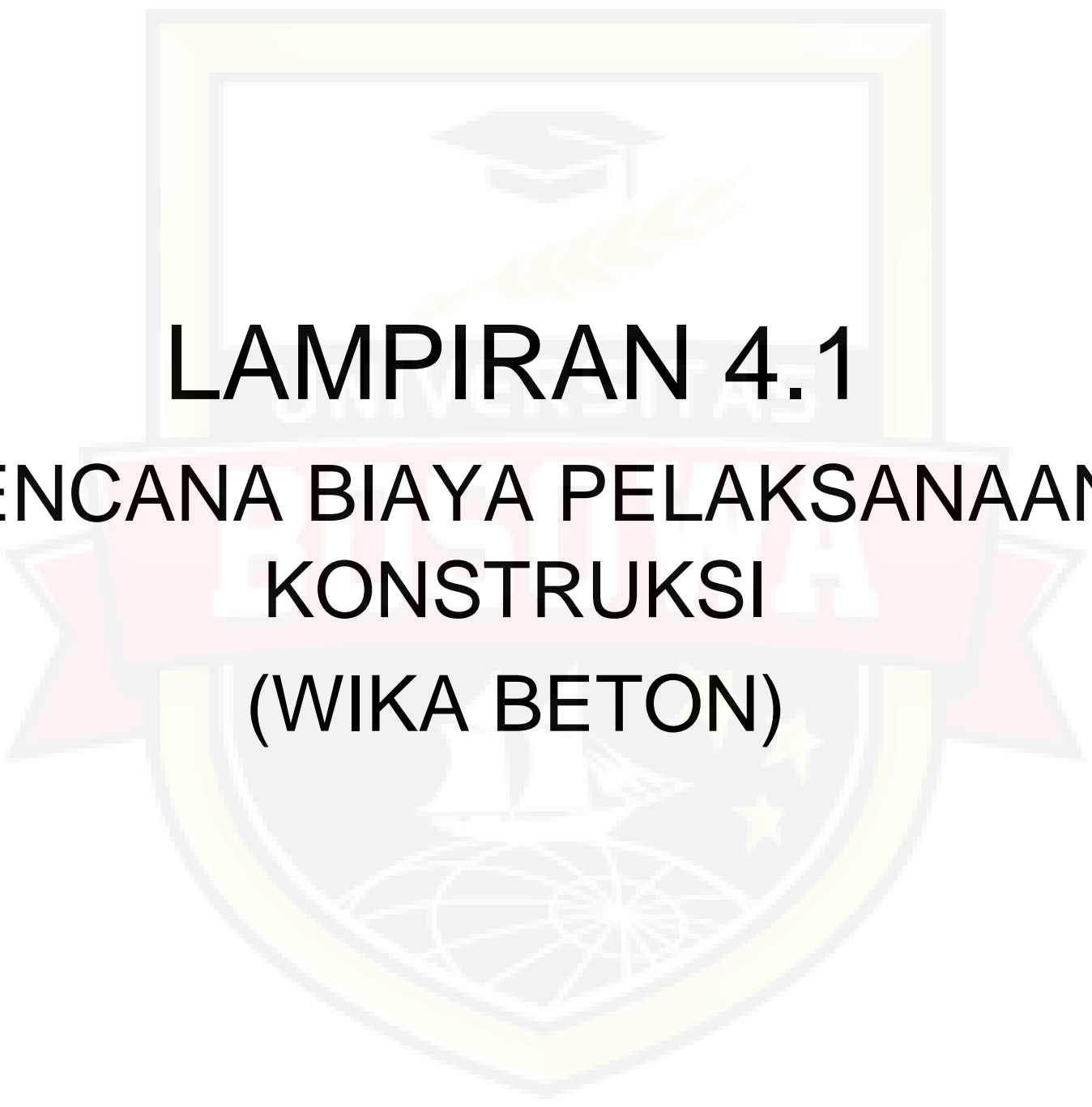
<https://borepile-strausspile.com/index.php/blogs/18-pengertian-pondasi-bore-pile>

<https://dpupkp.bantulkab.go.id/berita/96-kolom-bangunan-pengertian-jenis-dan-fungsinya>





LAMPIRAN



LAMPIRAN 4.1
RENCANA BIAYA PELAKSANAAN
KONSTRUKSI
(WIKA BETON)

Lampiran 4.1. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani (WIKABETON)

RENCANA ANGGARAN BIAYA PEMBANGUNAN JALAN TOL LAYANG A.P. PETTARANI MAKASSAR (PT. Wijaya Karya Beton)			
No	Item Pekerjaan	Jumlah	Bobot (%)
1	General		
1.1	Design And Engineering	Rp 25.000.000.000,00	1,478%
1.2	Mobilisasi / De Mobilisasi	Rp 13.000.000.000,00	0,771%
1.3	Contractor Site Office	Rp 9.000.000.000,00	0,541%
1.4	Owner & Consultant Site Office	Rp 2.000.000.000,00	0,077%
1.5	Laboratorium dan Pengetesan	Rp 5.500.000.000,00	0,217%
1.6	Pemeliharaan dan Perlindungan Lalulintas	Rp 17.400.000.000,00	0,948%
1.7	Survey dan Pengukuran	Rp 4.500.000.000,00	0,151%
1.8	Penanganan K3	Rp 5.500.000.000,00	0,206%
	Sub Total	Rp 81.900.000.000,00	4,388%
1.9.A	Pengembalian Kondisi Ex Pile Cap (Unit Price)		
1.9.1	Beton K-125 (Lantai Kerja)	Rp 937.500.000,00	0,046%
1.9.2	Perkerasan Beton (t=30cm)	Rp 6.250.000.000,00	0,358%
1.9.3	Base B	Rp 800.000.000,00	0,031%
1.9.4	Tack Coat	Rp 73.500.000,00	0,004%
1.9.5	Asphalt Concrete Wearing Coarse	Rp 2.700.000.000,00	0,123%
	Sub Total	Rp 10.761.000.000,00	0,562%
1.9.B	Pengembalian Kondisi Median Jalan (Unit Price)		
1.9.6	Pengembalian kondisi Kerb	Rp 2.475.000.000,00	0,139%
1.9.7	Pengembalian tanah median jalan	Rp 3.000.000.000,00	0,160%
1.9.8	Pengembalian Paving Block Median Jalan	Rp 1.530.000.000,00	0,073%
	Sub Total	Rp 7.005.000.000,00	0,371%
1.9.C	Pengembalian Kondisi Ex Median Jalan (Unit Price)		
1.9.9	Rigid Ex Median Main Road (Lantai Kerja)	Rp 1.600.000.000,00	0,057%
1.9.10	Rigid Ex Median Main Road (Rigid t=30cm)	Rp 8.000.000.000,00	0,440%
1.9.11	Base B	Rp 1.000.000.000,00	0,038%
1.9.12	Tack Coat	Rp 87.500.000,00	0,005%
1.9.13	Asphalt Concrete Wearing Coarse	Rp 2.500.000.000,00	0,150%
	Sub Total	Rp 13.187.500.000,00	0,689%
1.10.A	Overlay 2 Lajur Main Road, 1 Lajur Ramp & Kerb Baru (Unit Price)		

1.10.1	Tack Coat	Rp 420.000.000,00	0,021%
1.10.2	Asphalt Concrete Wearing Coarse	Rp 12.500.000.000,00	0,659%
1.10.3	Marka jalan Thermo Platic	Rp 3.000.000.000,00	0,152%
1.10.4	Kerb Beton (Precast)	Rp 10.000.000.000,00	0,522%
	Sub Total	Rp 25.920.000.000,00	1,354%
1.10.B	Penggeseran Trotar Area Portal (Unit Price)		
1.10.5	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal dan Beton	Rp 1.200.000.000,00	0,060%
1.10.6	Pembongkaran Kerb	Rp 150.000.000,00	0,008%
1.10.7	Galian Tanah Biasa	Rp 30.000.000,00	0,001%
1.10.8	Saluran Box Culvert 1 x 1 m	Rp 9.000.000.000,00	0,462%
1.10.9	Timbunan Tanah Box Culvert	Rp 1.050.000.000,00	0,050%
1.10.10	Beton K-125 (Lantai Kerja)	Rp 450.000.000,00	0,019%
1.10.11	Perkerasan Beton (t=30cm)	Rp 2.000.000.000,00	0,146%
1.10.12	Base B	Rp 284.000.000,00	0,013%
1.10.13	Tack Coat	Rp 35.000.000,00	0,002%
1.10.14	Asphalt Concrete Wearing Coarse	Rp 1.250.000.000,00	0,048%
1.10.15	Pengembalian kondisi Kerb	Rp 165.000.000,00	0,008%
1.10.16	Pengembalian tanah median jalan	Rp 400.000.000,00	0,017%
1.10.17	Pengembalian Paving Block Median Jalan	Rp 900.000.000,00	0,036%
	Sub Total	Rp 16.914.000.000,00	0,868%
1.11.A	Pelebaran Jalan Abutment (Unit Price)		
1.11.1	Pembersihan Tempat Kerja	Rp 125.000.000,00	0,006%
1.11.2	Pembongkaran Pagar	Rp 160.000.000,00	0,004%
1.11.3	Galian Tanah Biasa	Rp 3.000.000,00	0,000%
1.11.4	Base B	Rp 355.000.000,00	0,014%
1.11.5	Pekerjaan Subgrade	Rp 250.000.000,00	0,012%
1.11.6	Beton K-125 (Lantai Kerja)	Rp 755.000.000,00	0,035%
1.11.7	Perkerasan Beton (t=30cm)	Rp 5.000.000.000,00	0,275%
1.11.8	Take Coat	Rp 63.000.000,00	0,003%
1.11.9	Asphalt Concrete Wearing Coarse	Rp 2.500.000.000,00	0,087%
1.11.10	Marka Jalan	Rp 300.000.000,00	0,009%
1.11.11	Saluran Box Culvert 1 x 1 m	Rp 3.000.000.000,00	0,156%
1.11.12	Timbunan Tanah	Rp 385.000.000,00	0,016%
	Sub Total	Rp 12.896.000.000,00	0,618%
2	Pekerjaan Persiapan		
2.1	Pembersihan Tempat Kerja	Rp 800.000.000,00	0,040%
2.2	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal dan Beton	Rp 3.200.000.000,00	0,174%
2.3	Pembongkaran Kerb	Rp 2.250.000.000,00	0,132%
	Sub Total	Rp 6.250.000.000,00	0,347%

3	Pekerjaan Tanah		
3.1	Galian Tanah Biasa	Rp 305.000.000,00	0,009%
3.2	Galian Tanah Struktur	Rp 11.000.000.000,00	0,584%
3.3	Pembuangan Tanah	Rp 2.262.500.000,00	0,125%
3.4	Pekerjaan Subgrade	Rp 480.000.000,00	0,016%
3.5	Timbunan Tanah	Rp 4.000.000.000,00	0,217%
	Sub Total	Rp 18.047.500.000,00	0,951%
4	Pekerjaan Struktur Bawah		
4.1	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1200mm) (Unit Price)	Rp100.000.000.000,00	4,514%
4.2	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø1000mm) (Unit Price)	Rp 18.000.000.000,00	0,995%
4.3	Beton K-350 (Tiang Bore Pile Ø800mm) (Unit Price)	Rp 32.000.000.000,00	1,719%
4.4	PIT	Rp 2.000.000.000,00	0,080%
4.5	PDA Test	Rp 20.000.000.000,00	0,355%
4.6	Axial Loading Test	Rp 1.500.000.000,00	0,082%
4.7	Lateral Loading Test	Rp 400.000.000,00	0,025%
4.8	Pembobokan Bore Pile	Rp 22.500.000.000,00	0,110%
4.9	Beton K-350 (Pile Cap) (Unit Price)	Rp 16.000.000.000,00	0,847%
4.1	Besi Beton Pile Cap (Unit Price)	Rp 30.000.000.000,00	1,221%
4.11	Beton K-125 (Lantai Kerja)	Rp 750.000.000,00	0,034%
4.12	Beton K-400 (Pier Kolom)	Rp 28.000.000.000,00	1,585%
4.13	Beton K-350 (Abutment)	Rp 3.600.000.000,00	0,188%
4.14	Besi Beton	Rp 70.000.000.000,00	3,330%
4.15	Pekerjaan Shoring	Rp 3.500.000.000,00	0,154%
	Sub Total	Rp348.250.000.000,00	15,239%
5	Pekerjaan Struktur Atas		
5.1	Beton K-500 (Pier Head)	Rp117.000.000.000,00	6,030%
5.2	Beton K-500 (Box Girder Precast)	Rp336.000.000.000,00	19,669%
5.3	Beton K-500 (U Girder Precast bentang 21.5 m)	Rp 20.000.000.000,00	1,036%
5.4	Beton K-350 (Slab U-Girder)	Rp 6.000.000.000,00	0,327%
5.5	Beton K-350 (Plat Deck U-Girder)	Rp 3.500.000.000,00	0,150%
5.6	Beton K-350 (Diaphragma U-Girder)	Rp 1.200.000.000,00	0,047%
5.7	Beton K-500 Early Strength (Closure & Leveling LG)	Rp 5.250.000.000,00	0,293%
5.8	Beton K-350 Capping Beam	Rp 3.000.000.000,00	0,138%
5.9	Beton K-500 Slab On Pile (Precast 2.25 x 6.60 x 0.35m)	Rp 16.000.000.000,00	0,920%
5.10	Beton K-500 Topping Full Depth Slab	Rp 2.100.000.000,00	0,109%
5.11	Erection Box Girder Span By Span	Rp300.000.000.000,00	13,773%

5.12	Erection U Girder	Rp 35.000.000.000,00	1,122%
5.13	Strand dan Stressing Box Girder	Rp200.000.000.000,00	6,469%
5.14	Strand dan Stressing U Girder	Rp 16.000.000.000,00	0,525%
5.15	Strand dan Stressing Pier	Rp 40.000.000.000,00	1,429%
5.16	Besi Beton	Rp150.000.000.000,00	7,358%
5.17	Bearing LRB	Rp 72.000.000.000,00	2,308%
5.18	Pintu Man Hole Box Girder	Rp 800.000.000,00	0,042%
5.19	Expansion Joint	Rp 75.000.000.000,00	2,750%
5.20	Beton K-350 B1 (Parapet)	Rp 39.900.000.000,00	2,116%
5.21	Pekerjaan Shoring Untuk Pier Head dan Portal	Rp 6.000.000.000,00	0,308%
	Sub Total	Rp1.444.750.000.000,00	66,920%
6	Pekerjaan Struktur Oprit On Ramp / Off Ramp		
6.1	Galian Struktur Retaining Wall	Rp 800.000.000,00	0,037%
6.2	Base Course Ramp	Rp 400.000.000,00	0,024%
6.3	Timbunan Oprit	Rp 900.000.000,00	0,049%
6.4	Beton K-125 (Lantai Kerja)	Rp 1.050.000.000,00	0,049%
6.5	Beton K-350 (Retaining Wall)	Rp 3.750.000.000,00	0,203%
6.6	Perkerasan Beton (t=30cm)	Rp 5.000.000.000,00	0,290%
6.7	Besi Beton	Rp 5.000.000.000,00	0,217%
6.8	Geotekstil	Rp 80.000.000,00	0,003%
	Sub Total	Rp 16.980.000.000,00	0,872%
7	Pekerjaan Drainase, Lapis Perkerasan dan Pekerjaan Pelengkap		
7.1	Pekerjaan Drainase		
7.1.1	Saluran U Ditch	Rp 20.000.000.000,00	1,068%
7.1.2	Saluran Box Culvert	Rp 7.500.000.000,00	0,462%
7.1.3	Man Hole	Rp 1.132.500.000,00	0,068%
7.1.4	Pipa Drainase Ø20cm dengan Perlengkapan Sambungan dan Penyangga	Rp 10.400.000.000,00	0,524%
7.1.5	Inlet Site Drain Beserta Aksesoris	Rp 1.575.000.000,00	0,073%
7.1.6	Joint Box	Rp 20.000.000,00	0,001%
7.1.7	Perpanjangan Cross Drain	Rp 375.000.000,00	0,021%
7.2	Lapis Perkerasan		
7.2.1	Tack Coat	Rp 1.120.000.000,00	0,060%
7.2.3	ACWC	Rp 31.250.000.000,00	1,908%
7.2.4	Perkerasan Frontage dan Pelebaran Jalan	Rp 18.450.000.000,00	1,078%
7.3	Pekerjaan Pelengkap		
7.3.1	Marka Jalan	Rp 2.100.000.000,00	0,125%
7.3.2	Rambu Lalulintas	Rp 210.000.000,00	0,012%

7.3.3	Papan Penunjuk	Rp 175.000.000,00	0,009%
7.4	Pekerjaan Penerangan Jalan		
7.4.1	PJU (Penerangan Jalan Umum) Tenaga Surya	Rp 17.100.000.000,00	0,952%
	Sub Total	Rp 111.407.500.000,00	6,360%
8	Pekerjaan Penerangan Jalan, Penanganan Utilitas dan Pembuatan Taman		
8.1	<i>Pembuatan Taman</i>		
8.1.1	Penanaman Pohon	Rp 1.000.000.000,00	0,055%
8.1.2	Penanaman Tanaman Hias Beserta Kelengkapannya	Rp 1.200.000.000,00	0,046%
8.1.3	Pembuatan Taman	Rp 1.485.000.000,00	0,050%
	Sub Total	Rp 3.685.000.000,00	0,151%
	TOTAL	Rp2.117.953.500.000,00	100,00%

Sumber: Rencana Anggaran Biaya (PT. Wijaya Karya Beton)





LAMPIRAN 4.2
TIME SCHEDULE KONSTRUKSI
(KURVA S WIKA BETON)



LAMPIRAN 4.3
BASIC PRICE KOTA MAKASSAR
TAHUN 2019

DAFTAR HARGA DASAR UPAH KERJA

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA YG DIGUNAKAN (Rp.)	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	Pekerja	(L01)	Jam	2.429,71	15.063,49	103.500,00 / hari
2	Tukang	(L02)	Jam	2.990,93	18.992,06	131.000,00 / hari
3	M a n d o r	(L03)	Jam	4.327,66	28.349,21	96.500,00 / hari
4	Operator	(L04)	Jam	3.674,60	23.777,78	164.500,00 / hari
5	Pembantu Operator	(L05)	Jam	3.409,30	21.920,63	151.500,00 / hari
6	Sopir / Driver	(L06)	Jam	4.327,66	28.349,21	196.500,00 / hari
7	Pembantu Sopir / Driver	(L07)	Jam	2.521,54	15.706,35	108.000,00 / hari
8	Mekanik	(L08)	Jam	2.990,93	18.992,06	131.000,00 / hari
9	Pembantu Mekanik	(L09)	Jam	2.195,01	13.420,63	92.000,00 / hari
10	Kepala Tukang	(L10)	Jam	3.659,30	23.670,63	163.750,00 / hari
11	Tenaga Ahli Muda S1 (1 Tahun)	(L11)	Jam	114.523,81	801.666,67	20.041.666,67
12	Tenaga Ahli Muda S1 (5 Tahun)	(L12)	Jam	151.666,67	1.061.666,67	26.541.666,67
13	CAD / CAM OPERATOR	(L16)	Jam	64.071,43	448.500,00	11.212.500,00
14	SOFTWARE PROGRAMMER / IMPLEMENTER	(L17)	Jam	75.214,29	526.500,00	13.162.500,00
15	HARDWARE TECHNICIAN	(L18)	Jam	64.071,43	448.500,00	11.212.500,00
16	FACILITATOR	(L19)	Jam	64.071,43	448.500,00	11.212.500,00
17	SENIOR ASSISTANT PROFESSIONAL STAFF	(L20)	Jam	81.714,29	572.000,00	14.300.000,00
18	ASSISTANT PROFESSIONAL STAFF	(L21)	Jam	77.071,43	539.500,00	13.487.500,00
19	SPECIAL TECHNICIAN / INSPECTOR	(L22)	Jam	75.214,29	526.500,00	13.162.500,00
20	TECHNICIAN	(L23)	Jam	64.071,43	448.500,00	11.212.500,00
21	INSPECTOR	(L24)	Jam	64.071,43	448.500,00	11.212.500,00
22	SURVEYOR	(L25)	Jam	57.571,43	403.000,00	10.075.000,00

Sumber: Basic price kota Makassar triwulan pertama tahun 2019 Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan

DAFTAR HARGA DASAR SATUAN BAHAN

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	Pasir Pasang (Sedang)	M01b	M3	367.900,00	Base Camp
2	Pasir Beton (Kasar)	M01a	M3	417.200,00	Base Camp Base Camp Base Camp Base Camp Lokasi Pekerjaan Base Camp Base Camp Base Camp Base Camp Base Camp Base Camp Base Camp
3	Pasir Halus (untuk HRS)	M01c	M3	367.900,00	
4	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M01d	M3	333.100,00	
5	Batu Kali	M02	M3	400.300,00	
				400.300,00	
6	Agregat Pecah Kasar		M3	507.140,82	
7	Agg. Halus LP A		M3	565.494,33	
8	Agregat Lolos # 1 "		M3	605.796,44	
9	Lolos screen1 ukuran (0 - 5)		M3	565.494,33	
10	Lolos screen2 ukuran (0 - 5)		M3	529.064,29	
11	Lolos screen2 ukuran (5 - 9,5)		M3	605.796,44	
12	Lolos screen2 ukuran (9.5 - 19,0)		M3	467.678,57	
13	F i l l e r	M05	Kg	1.180,00	Proses/Base Camp
14	Batu Belah / Kerikil	M06	M3	446.200,00	Lokasi Pekerjaan
15	G r a v e l	M07	M3	492.300,00	Base Camp
16	Bahan Tanah Timbunan	M08	M3	209.400,00	Borrow Pit/quarry
17	Bahan Pilihan	M09	M3	442.200,00	Quarry
18	Aspal	M10	KG	10.000,00	Base Camp
19	Kerosen / Minyak Tanah	M11	LITER	9.900,00	Base Camp
20	Semen / PC (50kg)	M12	Zak	59.000,00	Base Camp
21	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1.180,00	Base Camp
22	Besi Beton	M13	Kg	10.278,68	Lokasi Pekerjaan
23	Kawat Beton	M14	Kg	17.500,00	Lokasi Pekerjaan
24	Kawat Bronjong	M15	Kg	13.500,00	Lokasi Pekerjaan
25	S i r t u	M16	M3	110.900,00	Lokasi Pekerjaan
26	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	Kg	44.000,00	Lokasi Pekerjaan
27	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	Kg	49.000,00	Lokasi Pekerjaan
28	P a k u	M18	Kg	19.000,00	Lokasi Pekerjaan
29	Kayu Perancah	M19	M3	2.229.000,00	Lokasi Pekerjaan
30	B e n s i n	M20	LITER	7.850,00	Pertamina
31	S o l a r	M21	LITER	12.616,43	Pertamina
32	Minyak Pelumas / Olie	M22	LITER	34.000,00	Pertamina

33	Plastik Filter	M23	M2	15.000,00	Lokasi Pekerjaan
34	Pipa Galvanis Dia. 1.6"	M24	Batang	154.000,00	Lokasi Pekerjaan
35	Pipa Porus	M25	M'	40.000,00	Lokasi Pekerjaan
36	Agr.Base Kelas A	M26	M3	268.113,10	Base Camp
37	Agr.Base Kelas B	M27	M3	194.802,75	Base Camp
38	Agr.Base Kelas C	M28	M3	153.728,74	Base Camp
39	Agr.Base Kelas S	M29	M3	187.493,76	Tidak tersedia
40	Geotextile	M30	M2	27.500,00	Lokasi Pekerjaan
41	Aspal Emulsi	M31	Kg	8.750,00	Base Camp
42	Gebalan Rumput	M32	M2	7.500,00	Lokasi Pekerjaan
43	Thinner	M33	LITER	20.000,00	Lokasi Pekerjaan
44	Glass Bead	M34	Kg	25.000,00	Lokasi Pekerjaan
45	Pelat Rambu (Eng. Grade)	M35a	BH	175.000,00	Lokasi Pekerjaan
46	Pelat Rambu (High I. Grade)	M35b	BH	217.000,00	Lokasi Pekerjaan
47	Rel Pengaman	M36	M'	412.500,00	Lokasi Pekerjaan
48	Beton K-250	M37	M3	825.000,00	Kalla Beton
49	Baja Tulangan (Polos) U24	M39a	Kg	9.250,00	Lokasi Pekerjaan
50	Baja Tulangan (Ulir) D32	M39b	Kg	11.000,00	Lokasi Pekerjaan
51	Kapur	M40	M3		Hasil Proses
52	Chipping	M41	M3	507.140,82	Base Camp
53	Chipping (kg)	M41kg	Kg	269,07	Base Camp
54	Cat	M42	Kg	27.500,00	Base Camp
55	Pemantul Cahaya (Reflector)	M43	Bh.	12.600,00	Base Camp
56	Pasir Urug	M44	M3	83.900,00	Base Camp
57	Arbocell	M45	Kg.	32.000,00	Base Camp
58	Baja Bergelombang	M46	Kg	20.000,00	Lokasi Pekerjaan
59	Beton K-125	M47	M3	670.000,00	Kalla Beton
60	Baja Struktur	M48	Kg	15.000,00	Pelabuhan terdekat
61	Tiang Pancang Baja	M49	M'	25.247,37	Lokasi Pekerjaan
62	Tiang Pancang Beton Pratekan	M50	M3	0,00	Pelabuhan terdekat
63	Kawat Las	M51	Dos	15.000,00	Lokasi Pekerjaan
64	Pipa Baja	M52	Kg	15.000,00	Pelabuhan terdekat
65	Minyak Bekisting	M53	Liter	50.500,00	Base Camp
66	Bunker Oil	M54	Liter	3.000,00	Base Camp
67	Asbuton Halus	M55	Ton	325.000,00	Base Camp
68	Baja Prategang	M56	Kg	8.000,00	Base Camp
69	Baja Tulangan (Polos) U32	M57a	Kg	10.500,00	Lokasi Pekerjaan
70	Baja Tulangan (Ulir) D39	M39c	Kg	15.000,00	Lokasi Pekerjaan
71	Baja Tulangan (Ulir) D48	M39d	Kg	25.000,00	Lokasi Pekerjaan
72	PCI Girder L=17m	M58a	Buah	110.500.000	Pelabuhan terdekat

73	PCI Girder L=21m	M58b	Buah	154.000.000	Pelabuhan terdekat
74	PCI Girder L=26m	M58c	Buah	180.000.000	Pelabuhan terdekat
75	PCI Girder L=32m	M58d	Buah	270.000.000	Pelabuhan terdekat
76	PCI Girder L=36m	M58e	Buah	313.000.000	Pelabuhan terdekat
77	PCI Girder L=41m	M58f	Buah	350.000.000	Pelabuhan terdekat
78	Beton K-300	M59	M3	905.000,00	Kalla Beton
79	Beton K-175	M60	M3	745.000,00	Kalla Beton
80	Cerucuk	M61	M	15.000	
81	Elastomer	M62	buah	1.250.000	
82	Bahan pengawet: kreosot	M63	liter	5.000	
83	Mata Kucing	M64	buah	75.000	
84	Anchorage	M65	buah	480.000	
85	Anti strpping agent	M66	Kg	40.000,00	
86	Bahan Modifikasi	M67	Kg	1.000,00	
87	Beton K-500	M68	M3	1.105.000,00	Kalla Beton
88	Beton K-400	M69	M3	995.000,00	Kalla Beton
89	Ducting (Kabel prestress)	M70	M'	150.000	
90	Ducting (Strand prestress)	M71	M'	50.000	
91	Beton K-350	M72	M3	955.000,00	Kalla Beton
92	Multipleks 12 mm	M73	Lbr	181.500,00	
93	Elastomer jenis 1	M74a	buah	385.500,00	Base Camp
94	Elastomer jenis 2	M74b	buah	650.000,00	Base Camp
95	Elastomer jenis 3	M74c	buah	838.000,00	Base Camp
96	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M75d	M	1.000.000,00	Base Camp
97	Expansion Join Tipe Rubber	M75e	M	1.200.000,00	Base Camp
98	Expansion Join Baja Siku	M75f	M	275.000,00	Base Camp
99	Marmer	M76	Buah	400.000,00	Base Camp
100	Kerb Type A	M77	Buah	45.000,00	Base Camp
101	Paving Block	M78	Buah	40.000,00	Lokasi Pekerjaan
102	Mini Timber Pile	M79	Buah	27.000,00	Lokasi Pekerjaan
103	Expansion Joint Tipe Torma	M80	M1	1.200.000,00	Lokasi Pekerjaan
104	Strip Bearing	M81	Buah	229.500,00	Lokasi Pekerjaan
105	Joint Socket Pile 35x35	M82	Set	607.500,00	Lokasi Pekerjaan
106	Joint Socket Pile 16x16x16	M83	Set	67.500,00	Lokasi Pekerjaan
107	Mikro Pile 16x16x16	M84	M1	60.750,00	Lokasi Pekerjaan
108	Matras Concrete	M85	Buah	405.000,00	Lokasi Pekerjaan
109	Assetilline	M86	Botol	229.500,00	Lokasi Pekerjaan
110	Oxygen	M87	Botol	114.750,00	Lokasi Pekerjaan
111	Batu Bara	M88	Kg	600,00	Lokasi Pekerjaan
112	Pipa Galvanis Dia 3"	M24a	M	120.000,00	

113	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M24b	M	25.000,00	
114	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M91	M3	0,00	
115	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M92	M3	0,00	
116	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M93	M3	0,00	
117	Joint Sealent	M94	Kg	34.100,00	
118	Cat Anti Karat	M95	Kg	35.750,00	
119	Expansion Cap	M96	M2	6.050,00	
120	Polytene 125 mikron	M97	Kg	19.250,00	
121	Curing Compound	M98	Ltr	38.500,00	
122	Kayu Acuan	M99	M3	2.000.000,00	
123	Additive	M67a	Ltr	38.500,00	
124	Casing	M100	M2	9.000,00	
125	Pasir Tailing	M101	M3	259.000,00	Base Camp
126	Polimer	M102		45.000,00	Base Camp
127	Batubara	M103	kg	500,00	Base Camp
128	Kerb jenis 1	M104	Buah	45.000,00	
129	Kerb jenis 2	M105	Buah	50.000,00	
130	Kerb jenis 3	M106	Buah	55.000,00	
131	Bahan Modifikasi	M107	Kg	75.000,00	
132	Aditif anti pengelupasan	M108	Kg	70.000,00	
133	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan	M109	Kg	1.200,00	
134	Asbuton yang diproses	M110	Kg	30.000,00	
135	Elastomer Alam	M111	Kg	30.000,00	
136	Elastomer Sintesis	M112	Kg	30.000,00	
137	Anchorage	M113			
138	- hidup	M114	bh bh	750.000,00	
139	- mati	M115		400.000,00	
140	Kabel Prategang	M116	Kg		
141	- Selongsong	M118	Kg	8.000,00	
142	- Baja Prategang	M119	M2	0,00	
143	- Grouting	M120	M2	0,00	
144	Angkur Kabel Prategang, Tipe..... Angkur Kabel Prategang, Tipe.....	M121	buah	0,00	
145	Baja Profil	M122	Kg	0,00	
146	Baja Tulangan BJTP 24 (epoxy coated)	M123	Kg	0,00	
147	Epoxy coated	M124	Kg	0,00	
148	Cairan Perekat (Epoxy Resin)	M125	Kg	0,00	

149	Epoxy Bahan Penutup (sealant)	M126	Kg	34.100,00	
150	Alat Penyuntik Anti Gravitasi	M127	Kg	0,00	alat penyuntik epoxy
151	Polymer Mortar	M128	Kg	0,00	
152	Anti Korosif Baja	M129	Kg	0,00	
153	Acuan/multipleks	M130	M3	0,00	
154	Concrete Grouting	M131	Kg	0,00	
156	Pelat Baja Baut	M133	Kg	18.000,00	
157	Angkur	M134	Kg	0,00	
158	Pipa Aluminium	M135	M'	0,00	
159	Cat Galvanis	M136	Kg	0,00	
160	Baja Struktur Titik leleh 2500 kg/cm ²	M138	Kg	0,00	
161	Baja Struktur Titik leleh 2800 kg/cm ²	M139	Kg	0,00	
162	Baja Struktur Titik leleh 3500 kg/cm ²	M140	Kg	0,00	
163	Bahan Grouting	M141	Kg	4.500,00	
164	Kayu Kelas 1	M142	Kg	0,00	
165	Pelat Baja (Klem)	M143	Kg	0,00	
166	Timbunan Porous	M144	M3	0,00	
167	Bahan pengaman	M145	M3	0,00	
168	tebing galian	M146	M2	0,00	
169	(kayu) Bahan Curing Gelagar baja	M147	Kg	0,00	
170	Fibre jenis e-glass	M148	M2	0,00	
171	Bahan	M149	M2	0,00	
172	Geosynthetic	M150	Kg	9.000,00	
173	Bahan Baja Profil	M151	Kg	0,00	
174	Bahan Baja Profil, Mutu BJ 32	M152	Kg	0,00	
175	Bahan Baja Profil, Mutu BJ 41	M153	Kg	0,00	
176	Bahan Baja Profil, Mutu BJ 52	M154	Kg	0,00	
177	Bahan Baja Profil, Mutu BJ 52	M155	Kg	0,00	
178	Petroleum jelly	M156	Kg	18.000,00	
179	Bahan anti rayap	M157	Kg	0,00	
180	Pelat Baja Galvanis Baja Struktur Lantai Ortotropik Aspal Modifikasi	M158	kg	8.000,00	
181	Palu Godam 5kg	M159	kg	380.000,00	
182	Pahat Beton	M160	Buah	30.000,00	
183	Super Plasticier	M182	kg	50.000,00	
184	Air	M170	Ltr	25,00	PDAM
185	Thermocouple	M184	Buah	120.000,00	
186	Material beton	M185	ton	825.000,00	Kalla Beton
187	Safety net jaring	M186	m2	7.000,00	http://www.tokopedia.com/

Sumber: Basic price kota Makassar triwulan pertama tahun 2019 Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan

DAFTAR HARGA SEWA ALAT

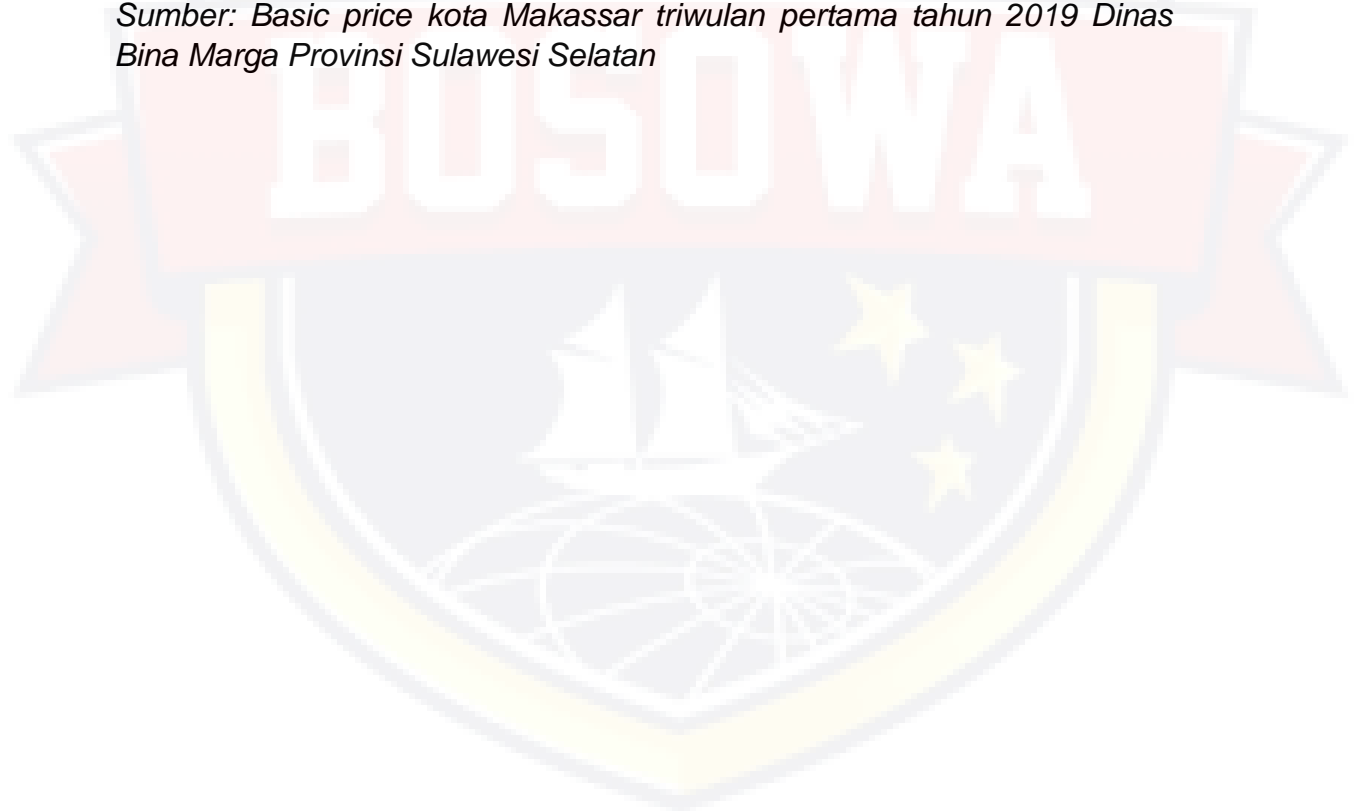
No.	JENIS ALAT	KODE	HARGA ALAT (Rp.)	HARGA SEWA PER JAM (Rp.)	KETERANGAN
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	4.500.000.000,00	8941965,53	Pek. Ringan
2	ASPHALT FINISHER	E02	2.763.080.000,00	1198599,84	Pek. Ringan
3	ASPHALT SPRAYER	E03	105.000.000,00	89180,96	Pek. Berat
4	BULLDOZER 100-150 HP	E04	1.975.160.000,00	889099,35	Pek. Berat
5	COMPRESSOR 4000-6500 L/M	E05	178.310.000,00	230597,15	Pek. Berat
6	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	17.550.000,00	113519,53	Pek. Ringan
7	CRANE 10-15 TON	E07	1.000.000.000,00	613418,49	Pek. Berat
8	DUMP TRUCK 3.5 TON	E08	365.200.000,00	370288,45	Pek. Berat
9	DUMP TRUCK 10 TON	E09	871.646.200,00	705348,60	Pek. Berat
10	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	1.302.480.000,00	674645,13	Pek. Berat
11	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	300.000.000,00	567300,62	Pek. Berat
12	GENERATOR SET	E12	81.810.000,00	490969,76	Pek. Berat
13	MOTOR GRADER >100 HP	E13	2.217.700.000,00	900391,38	Pek. Berat
14	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	550.000.000,00	343997,02	Pek. Berat
15	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	2.307.480.000,00	829877,64	Pek. Berat
16	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	E16	500.000.000,00	296462,85	Pek. Berat
17	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	1.369.480.000,00	570262,55	Pek. Berat
18	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	1.363.450.000,00	612539,82	Pek. Berat
19	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	1.031.800.000,00	488715,53	Pek. Berat
20	CONCRETE VIBRATOR	E20	5.000.000,00	64490,66	Pek. Ringan
21	STONE CRUSHER	E21	1.200.000.000,00	877483,20	Pek. Berat
22	WATER PUMP 70-100 mm	E22	5.000.000,00	61403,94	Pek. Berat

23	WATER TANKER 3000-4500 L.	E23	300.000.000,00	354543,17	Pek. Berat
24	PEDESTRIAN ROLLER	E24	268.000.000,00	148064,38	Pek. Berat
25	TAMPER	E25	21.000.000,00	71036,51	Pek. Ringan
26	JACK HAMMER	E26	34.351.812,00	53994,10	Pek. Berat
27	FULVI MIXER	E27	900.000.000,00	1549763,60	Pek. Ringan
28	CONCRETE PUMP	E28	1.000.000.000,00	508252,18	Pek. Berat
29	TRAILER 20 TON	E29	600.000.000,00	595087,41	Pek. Berat
30	PILE DRIVER + HAMMER	E30	1.000.000.000,00	346289,70	Pek. Berat
31	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	1.500.000.000,00	680429,77	Pek. Berat
32	WELDING SET	E32	35.000.000,00	148709,50	Pek. Berat
33	BORE PILE MACHINE	E33	1.250.000.000,00	682989,91	Pek. Berat
34	ASPHALT LIQUID MIXER	E34	30.000.000,00	65464,35	Pek. Berat
35	TRONTON	E35	500.000,00	526557,30	Pek. Ringan
36	COLD MILLING MACHINE	E37	750.000.000,00	856923,64	Pek. Berat
37	ROCK DRILL BREAKER	E36	1.500.000.000,00	542103,93	Pek. Ringan
38	COLD RECYCLER	E38	509.000.000,00	2340033,55	Pek. Berat
39	HOT RECYCLER	E39	510.000.000,00	1158289,24	Pek. Berat
40	AGGREGAT (CHIP) SPREADER	E40	500.000.000,00	701842,51	Pek. Ringan
41	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	500.000.000,00	482142,42	Pek. Berat
42	SLIP FORM PAVER	E42	500.000.000,00	450835,00	Pek. Berat
43	CONCRETE PAN MIXER	E43	500.000.000,00	627752,21	Pek. Ringan
44	CONCRETE BREAKER	E44	500.000.000,00	895837,45	Pek. Berat
45	ASPAHLT TANKER	E45	500.000.000,00	648731,32	Pek. Berat
46	CEMENT TANKER	E46	500.000.000,00	607931,32	Pek. Berat
47	CONDRETE MIXER (350)	E47	500.000.000,00	285004,01	Pek. Berat
48	VIBRATING RAMMER	E48	200.000.000,00	168878,53	Pek. Ringan
49	TRUK MIXER (AGITATOR)	E49	400.000.000,00	662368,96	Pek. Berat
50	BORE PILE MACHINE	E50	2.250.000.000,00	1075496,76	Pek. Ringan

51	CRANE ON TRACK 75-100 TON	E51	1.750.000.000,00	941103,73	Pek. Berat
52	BLENDING EQUIPMENT	E52	500.000.000,00	339263,92	Pek. Ringan
53	ASPHALT LIQUID MIXER	E34a	30.000.000,00	148203,36	Pek. Berat
54	BAR BENDER	E53	25.000.000,00	63237,11	Pek. Ringan
55	BAR CUTTER	E54	25.000.000,00	63237,11	Pek. Ringan
56	BREAKER	E55	25.000.000,00	240853,44	Pek. Berat
57	GROUTING PUMP	E56	75.000.000,00	300207,47	Pek. Berat
58	JACK HIDROLIC	E57	20.000.000,00	57620,17	Pek. Berat
59	MESIN LAS	E58	5.000.000,00	57956,25	Pek. Ringan
60	PILE DRIVER LEADER, 75 kw	E59	100.000.000,00	216207,51	Pek. Berat
61	PILE HAMMER	E60	200.000.000,00	233242,87	Pek. Ringan
62	PILE HAMMER, 2,5 Ton	E61	250.000.000,00	63155,63	Pek. Berat
63	STRESSING JACK	E62	100.000.000,00	282924,33	Pek. Berat
64	WELDING MACHINE, 300 A	E63	10.000.000,00	58001,25	Pek. Berat
65	Concrete Batching Plant	E80	1.250.000.000,00	453880,05	Pek. Berat
66	Hydraulic Static Pile Driver	E81	700.000.000,00	581974,82	Pek. Berat
67	Bucket Cor Concrete	E82	18.500.000,00	390183,84	Pek. Ringan
68	Scaffolding galvanis 170 cm	E83	633.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
69	Catwalk galvanis	E84	350.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
70	Tangga galvanis	E85	594.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
71	Jack Base 60 cm	E86	82.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
72	U Head 60 cm	E87	82.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
73	Tie Road	E88	44.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
74	Wing nut	E89	31.500,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/
75	Steel formwork column	E90	2.400.000,00		https://www.google.com/amp/s/m.indonesian.ali

					baba.com/amp/p.detail/60609927597.html
76	Manometer	E91	750.000,00		http://www.tokopedia.com/
77	Pompa elektrik	E92	7.500.000,00		http://www.tokopedia.com/
78	Dial gauge	E93	700.000,00		http://www.tokopedia.com/
79	Jack Hirdrolik Jembatan	E94	80.000.000,00		https://www.m.indonesian.alibaba.com/amp/D-detail/60763325119.html
80	Steel formwork pier head	E95	3.520.000,00		https://m.alibaba.com/amp/product/60789945985.html
81	Hydraulic Static Pile Driver	E96	700.000.000,00		http://www.m.indonesia.alibaba.com/
82	PDA test	E97	3.500.000,00		http://www.tokopedia.com/
83	PIT test	E98	1.500.000,00		http://www.tokopedia.com/
84	Main Frame	E99	220.000,00		https://www.lammindonesia.com/produk-scaffolding-steger/

Sumber: Basic price kota Makassar triwulan pertama tahun 2019 Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan





LAMPIRAN 4.4
OUTPUT COST DAN DURASI
MICROSOFT OFFICE PROJECT



PT. BOSOWA MARGA NUSANTARA

KURVA S PEMBIAYAAN PROYEK JALAN TOL LAYANG AP. PETTARANI MAKASSAR



P.T. INDOKOEI INTERNATIONAL
Engineering and Management Consultant
Jl. Sultan Hasanudin No. 45, Blok K-5
Kulimondiri, Makassar 91209
Telp. (021) 727620

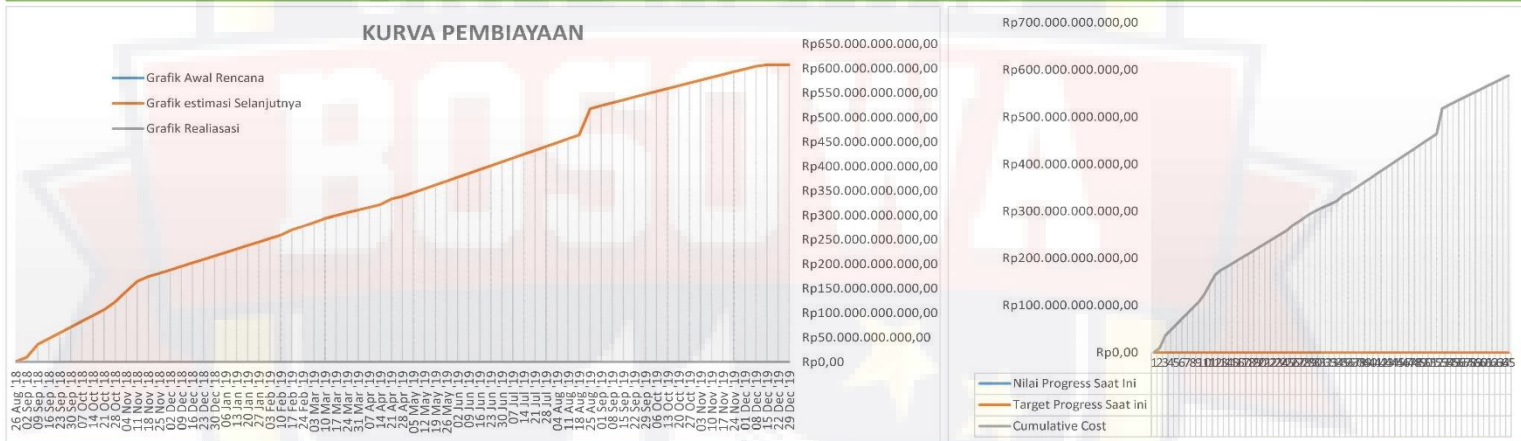


**LAPORAN PROGRESS
PROYEK JALAN TOL LAYANG
AP. PETTARANI MAKASSAR**

Proyek : JALAN TOL LAYANG AP. PETTARANI
Lokasi : MAKASSAR, SULAWESI SELATAN
Periode Laporan : ---

Kontraktor : PT. WIJAYA KARYA BETON
MK : PT. NIPPON KOEI Co. Ltd
Pemilik : PT. BOSOWA MARGA NUSANTARA

Nilai Kontrak	Aktual Nilai progress Priode ini	Nilai Progress rencana Priode ini	Deviasi Nilai progress
Rp607.704.456.859,96	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Progress Priode sebelumnya	Progress sampai Priode ini	Bobot Rencana Priode ini	Deviasi Progress
0	0	0	0



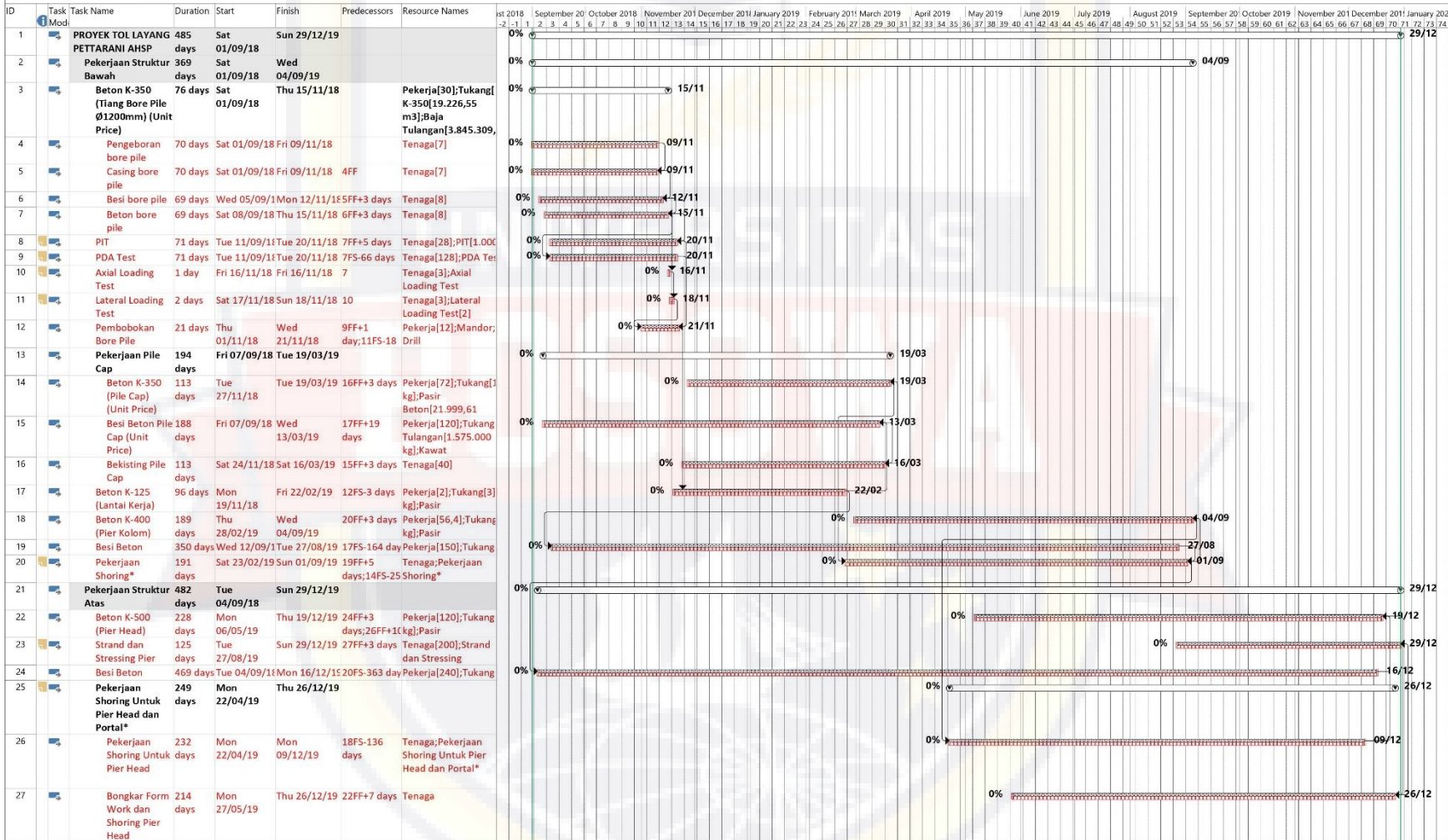
Baseline Start	Baseline Finish	Actual Start	Scheduled Finish	Baseline Duration	Duration	KETERLAMBATAN (Jika Min berarti Cepat)
Sat 01/09/18	Sun 29/12/19	NA	Sun 29/12/19	485 days	485 days	0 days
Target (Milestone)		Baseline Finish	Scheduled Finish	Finish Variance		



SCHEDULE PROJECT JALAN TOL LAYANG AP. PETTARANI MAKASSAR



PT. BOSOWA MARGA NUSANTARA



PT. BOSOWA MARGA NUSANTARA

PT. NIPPON KOEI Co. Ltd.

PT. WIJAYA KARYA BETON Tbk.

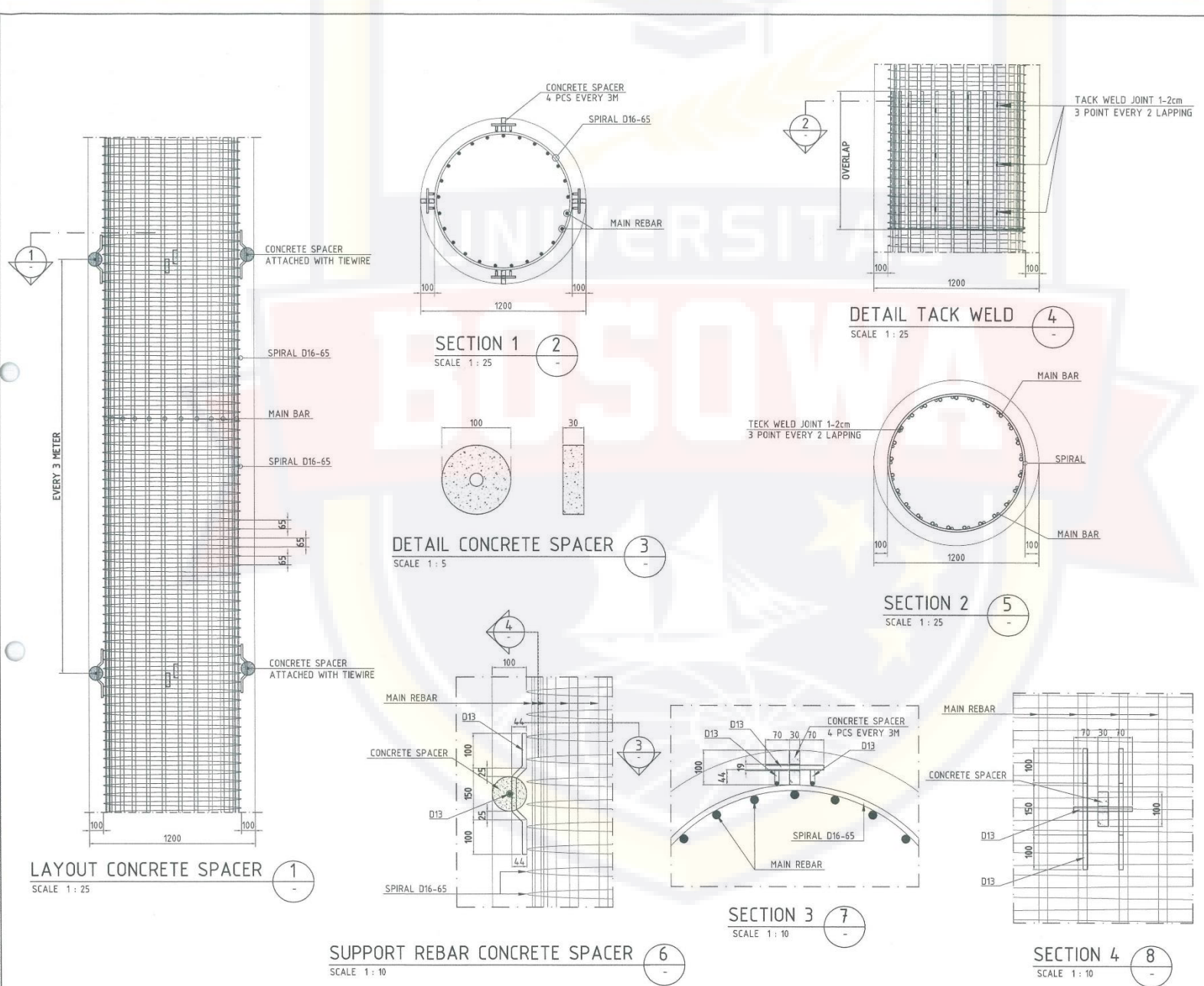
(-----)

(-----)

(-----)



LAMPIRAN 4.5
GAMBAR KERJA



SHOP DRAWING

NOTE:
 1. Concrete
 Compressive Strength Min : f_c' 24,9 MPa
 Concrete Cover : 100mm
 2. Reinforcement
 Diameter \geq 13mm : f_y 400 MPa
 Diameter $<$ 13mm : f_y 240 MPa
 3. Concrete spacer & tack weld detail will be presented separately

BoQ ITEM

- 4. SUB STRUCTURE WORK
- 4.1 CONCRETE K-304 BORE PILE ϕ 1200mm)
- (BETON K-300 BORE PILE ϕ 1200mm)
- 4.8 CUTTING UP BORE PILE (PEMBUSUKAN BORE PILE)

Project Title:
 LUJUNG PANDANG TOLL ROAD SECTION 3
 (A.P. PETTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR

Drawing Title:
 DETAIL TACK WELD & CONCRETE SPACER
 BORED PILE P8

CONFIRMED BY



EMPLOYER:
 和田 (Wada) OCA MANAGER
 和野 (Wano) PRESIDENT DIRECTOR

ACCEPTED BY



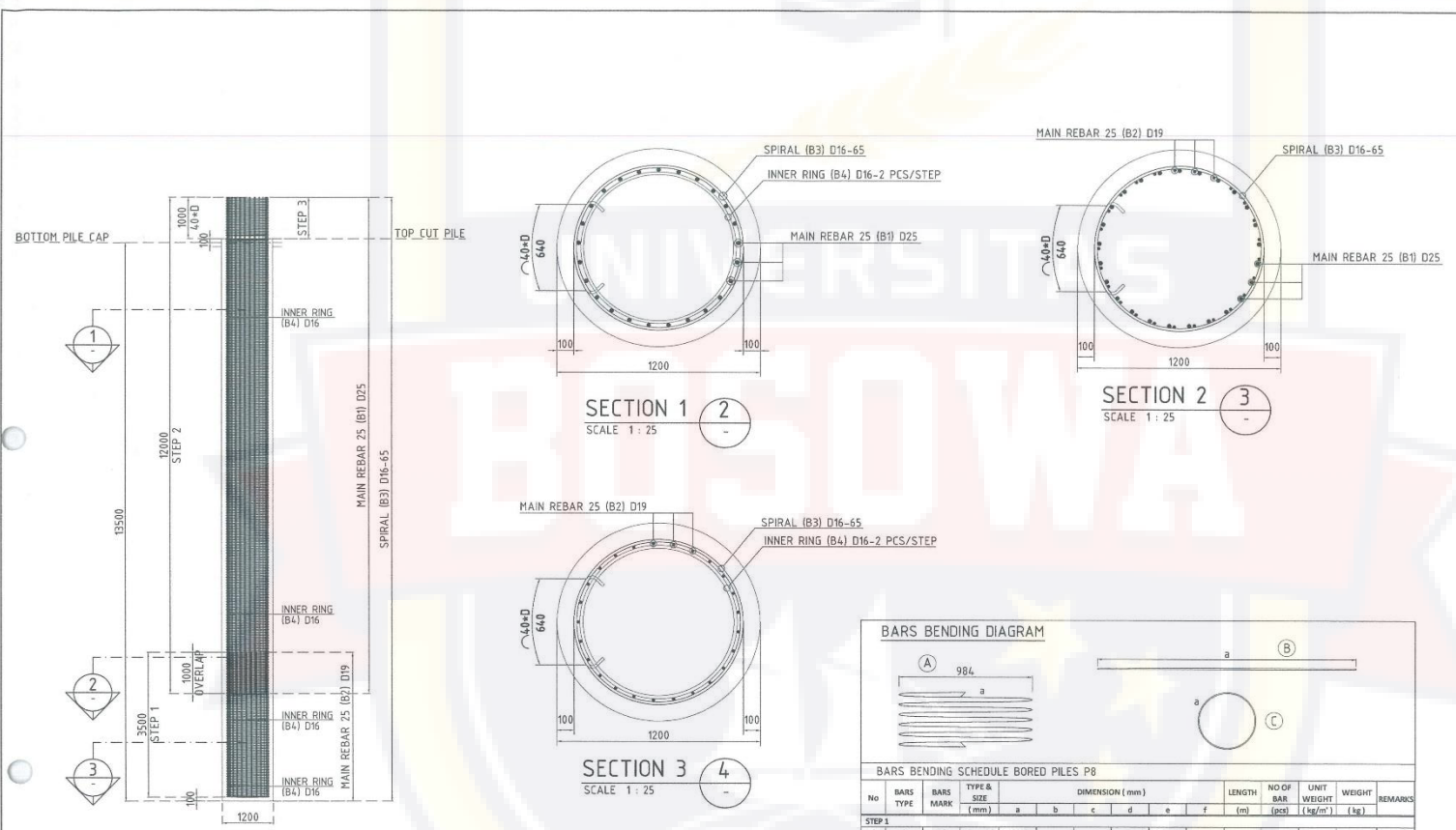
ENGINEER:
 [Signature] ENGINEER
 [Signature] TEAM LEADER

CONTRACTOR:
 PT WILAJA KARYA BETON, Tbk
 WILAJA TOWER 1, LANTAS 2nd - 4th
 Jl. D.I. PANJARAN KALIS - 10 JAWARA
 TEL. (02-21) 8192802 FAX. (02-021) 85903872

DRAFTED BY: [Signature]
 CHECKED BY: [Signature]
 APPROVED BY: [Signature]

REV.	DATE	REMARK
1	Sept. 3rd, 2018	

E:\MANUFAKTUR\SD\BORED PILE P8\2018\Perencanaan\Borobor\concrete\shopdrawing\1128.dwg



BORED PILE REINFORCEMENT P8 L=13.5m
 SCALE 1 : 100

BARS BENDING DIAGRAM

BARS BENDING SCHEDULE BORED PILES P8

No	BARS TYPE	BARS MARK	TYPE & SIZE (mm)	DIMENSION (mm)							LENGTH (m)	NO OF BAR (pcs)	UNIT WEIGHT (kg/m ³)	WEIGHT (kg)	REMARKS
				a	b	c	d	e	f						
STEP 1															
1	A	B3	D 16	12000							12.0	10	1.61	159.07	
2	A	B3a	D 16	7747							7.7	1	1.61	12.46	
3	B	B2	D 19	9500							9.5	25	2.27	156.52	
STEP 2															
1	A	B3	D 16	12000							12.0	46	1.61	808.12	
2	A	B3a	D 16	6075							6.1	1	1.61	9.77	
3	B	B1	D 25	12000							12.0	25	3.93	1178.40	
STEP 3															
1	A	B3	D 16	12000							12.0	4	1.61	77.28	
2	A	B3a	D 16	1981							2.0	1	1.61	3.19	
SUPPORT REBAR															
1	C	B4	D 16	15412							11.4	1	1.61	38.36	
											TOTAL WEIGHT			2579.12	
											CONCRETE VOLUME			15.38	(m ³)
											RATIO			167.68	(kg/m ³)

SHOP DRAWING

NOTE:

- Concrete
Compressive Strength Min. : f'c 24,9 MPa
Concrete Cover : 100mm
- Reinforcement
Diameter = 13mm : fy 400 MPa
Diameter = 13mm : fy 240 MPa
- Concrete spacer & tack weld detail will be presented separately

BoQ ITEM

- SUB STRUCTURE WORK
- CONCRETE K-300 (BORE PILE Ø1200mm)
- REIN K-300 (BORE PILE Ø1200mm)
- CUTTING OF BORE PILE (PENGOROKAN BORE PILE)

Project Title:
LUJUNG PANDANG TOLL ROAD SECTION 8 (A.P. PETTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR

Drawing Title:
BORED PILE REINFORCEMENT P8 L=13.5m

CONFIRMED BY

EMPLOYER:

 GCA MANAGER:
 PRESIDENT DIRECTOR:

ACCEPTED BY
NIPPON KOEI

ENGINEER:
 ENGINEER:
 SENIOR LEADER:

CONTRACTOR:
PT. WILAJA KARYA BETON, Tbk.
 WILAJA TOWER 1, LANTAS 2nd - 4th
 J. D.I. PANJARAN KAVI 9 - 10 JAKARTA
 TEL. (62-21) 8192802 FAX. (62-021) 85903872

DRAFTED BY: CHECKED BY: APPROVED BY:

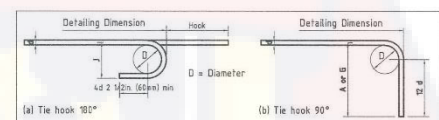
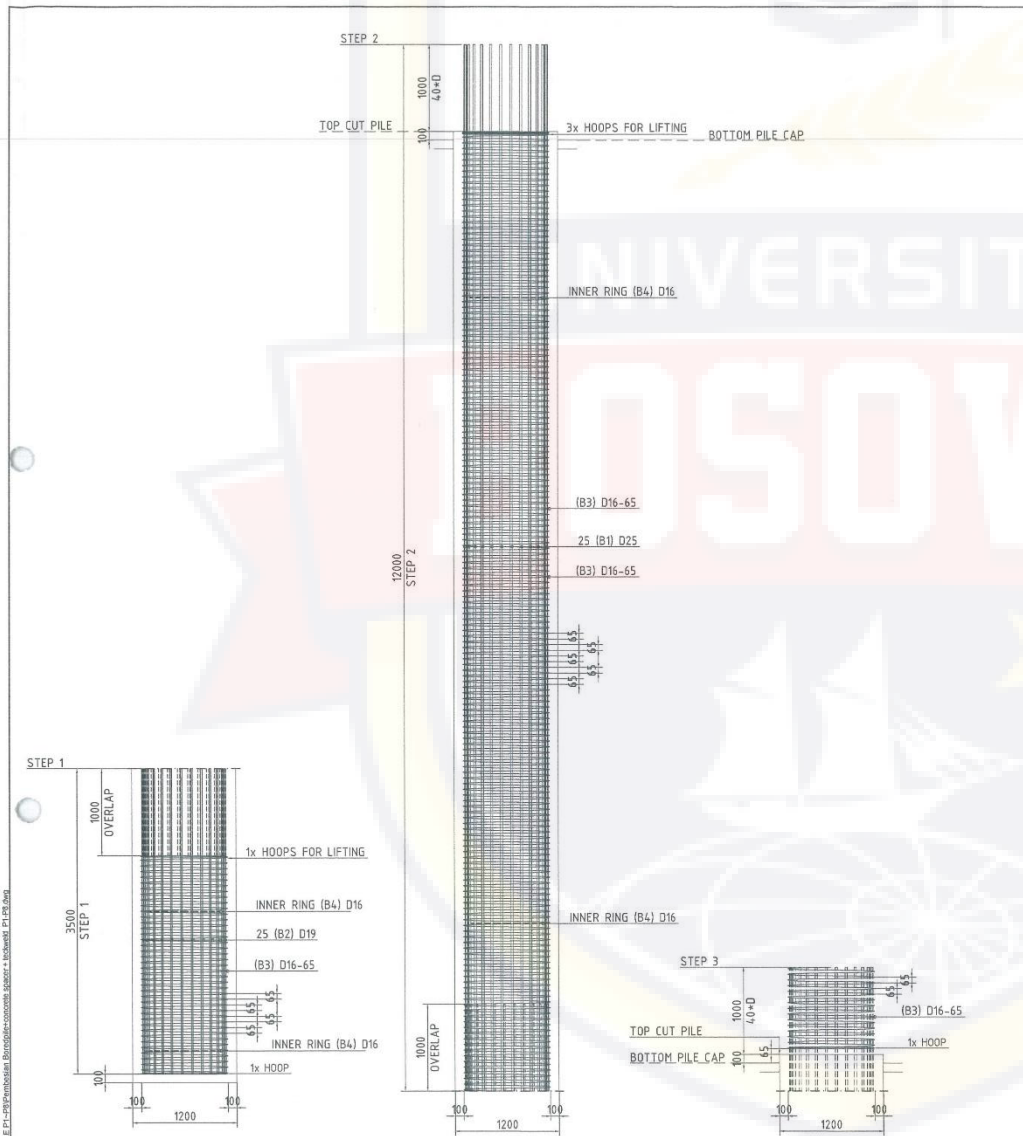
REVISION TABLE:

REV.	DATE	REMARK
1	Sept. 3rd, 2018	

SCALE = 1 : 100, 1 : 50, 1 : 25

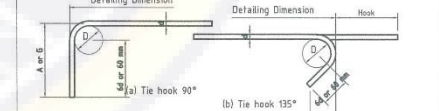
DRAWING CODE: _____ PAGE: _____ NO. OF PAGE: _____

WB-PTRN-SD-BPRP8-09-18 1 2



RECOMMENDED END HOOKS - D = Finished bend diameters

Bars size No	D, in (mm)	90° degree hook		90° degree hook
		A or G, ft-in. (mm)	L, ft-in. (mm)	A or G, ft-in. (mm)
D10	60	125	80	155
D13	80	155	105	200
D16	95	180	130	250
D19	115	205	155	300
D22	135	250	175	375
D25	155	275	205	425
D32	275	425	335	550



STIRRUP AND TIE HOOK DIMENSIONS ALL GRADES

Bars size No	D, in (mm)	90° degree hook		135° degree hook	
		A or G, ft-in. (mm)	L, ft-in. (mm)	A or G, ft-in. (mm)	H approx. ft-in. (mm)
D10	4.0	105	105	65	
D13	5.0	115	115	80	
D16	6.5	155	140	95	
D19	115	305	205	115	
D22	135	355	230	135	
D25	155	410	270	155	

SOURCE: SNI 2847:2013/ACI 318M-11

SEQUENCE DETAIL BORED PILE REINFORCEMENT P8 L=13.5 m 1
SCALE 1 : 50

SHOP DRAWING

NOTE:
 1. Concrete
 Compressive Strength Min.: f'_c 24,9 MPa
 Concrete Cover : 100mm
 2. Reinforcement
 Diameter = 13mm : f_y 400 MPa
 Diameter = 19mm : f_y 240 MPa
 3. Concrete spacer & hook weld detail will be presented separately

BoQ ITEM

4. SUB STRUCTURE WORK
4.1 CONCRETE K-300 (BORE PILE #100mm)
4.2 BERTON K-300 (BORE PILE #100mm)
4.3 CUTTING OF BORE PILE (PEMBONGKARAN BORE PILE)

Project Title:
 LILANG PANDANG TOLL ROAD SECTION 9
 (A.P. PETTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR

Drawing Title:
 SEQUENCE DETAIL BORED PILE
 REINFORCEMENT P8 L=13.5 m

CONFIRMED BY

 OCA MANAGER

 PRESIDENT DIRECTOR

EMPLOYER:

 NIPPON KOEI

ENGINEER:

 ENGINEER

 TEAM LEADER

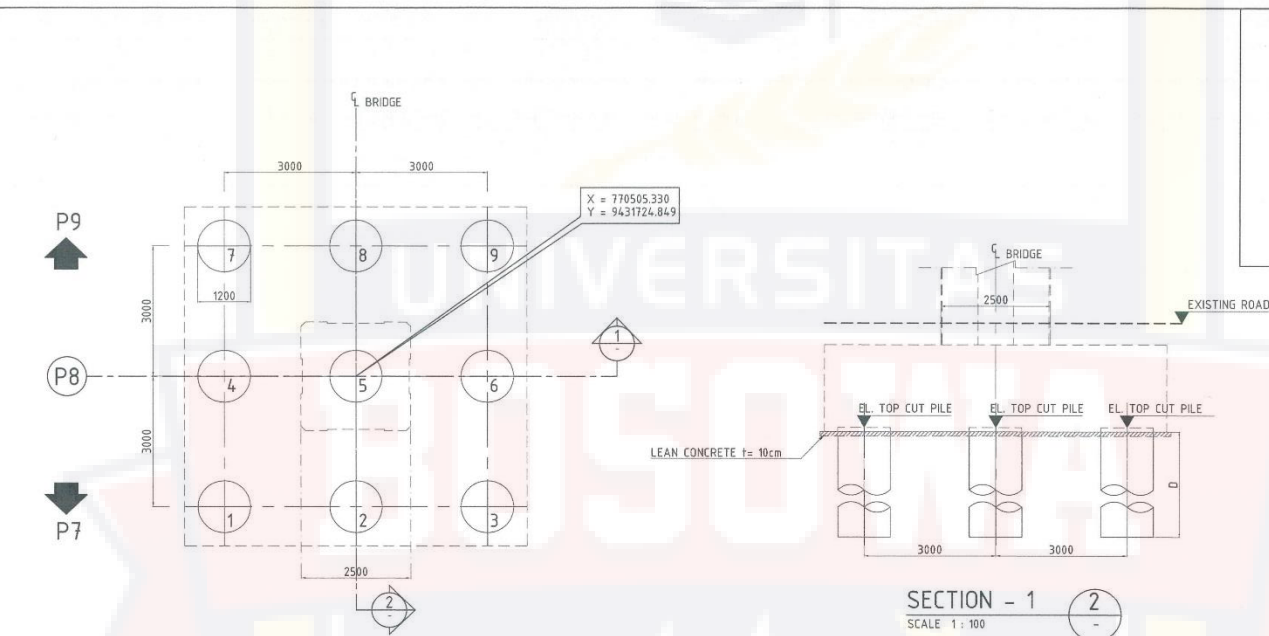
CONTRACTOR:
 PT WIJAYA KARYA BETON, Tbk

 WKA TOWER 1, LANTAN 2nd - 4th
 JL. D.I. PANJAITAN KAWAS - 10 JAKARTA
 TEL. (02-21) 8142802 FAX. (02-021) 85003872

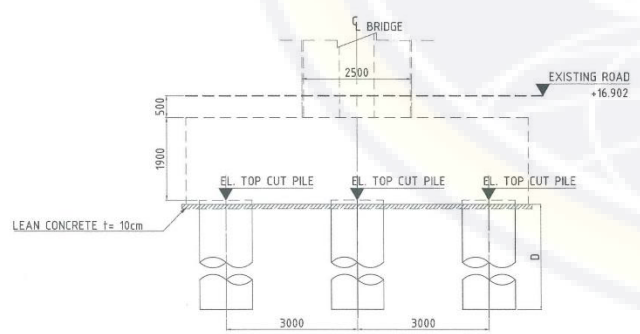
DRAFTED BY:
 Nandy
 CHECKED BY:
 Ivan Mardiansyah
 APPROVED BY:
 Didi Burhan

REV.	DATE	REMARK
1	Sept. 3rd, 2018	

E:\M. Jalin. TG. Uredo. Pindah. Saha III Makassar\02. Shop. Dimensi\04. Subkonstruksi\BORED PILE & PILE CAP\PI-3\KORDING\BORED PILE P1-P13.dwg

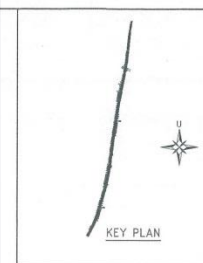


BORED PILE COORDINATES P8
SCALE 1 : 100



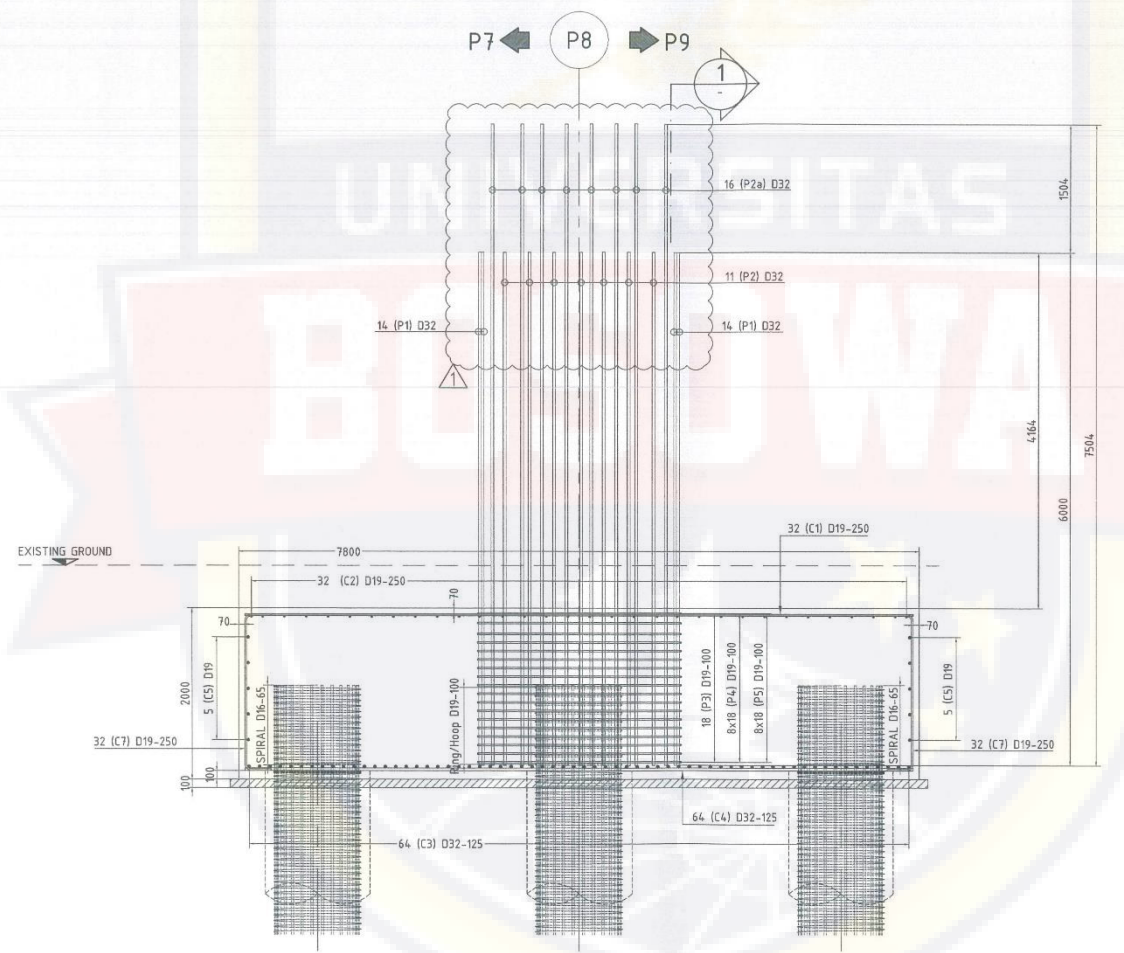
SECTION - 1
SCALE 1 : 100

TOP CUT PILE COORDINATES				
NO. BORED PILE	X	Y	Z	D
	m	m	m	m
1	770508.772	9431727.329	+14.502	13.5
2	770505.811	9431727.811	+14.502	13.5
3	770502.850	9431728.292	+14.502	13.5
4	770508.291	9431724.368	+14.502	13.5
5	770505.330	9431724.849	+14.502	13.5
6	770502.369	9431725.331	+14.502	13.5
7	770507.810	9431721.407	+14.502	13.5
8	770504.849	9431721.888	+14.502	13.5
9	770501.888	9431722.369	+14.502	13.5



SHOP DRAWING		
NOTE:		
BoQ ITEM		
4. SUB STRUCTURE WORK (PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH) 4.1 CONCRETE K-300 (BORE PILE #1200mm) 4.2 BERTON K-300 (BORE PILE #1200mm) 4.3 CUTTING OF BORE PILE (PEMBORONGAN BORE PILE) 4.10 CONCRETE K-125 (BETON K-125) / LEAN CONCRETE (LANTAI PERAJA) 4.15 SHORING WORK (PEKERJAAN SHORING)		
Project Title:		
LUBUNG PANDANG TOLL ROAD SECTION 9 (A.P. PETTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR		
Drawing Title:		
BORED PILE COORDINATES P8		
CONFIRMED BY		
 EMPLOYER:		
 QQA MANAGER		
 PRESIDENT DIRECTOR		
ACCEPTED BY		
 ENGINEER:		
 ENGINEER		
 TEAM LEADER		
CONTRACTOR:		
PT WIJAYA KARYA BETON, Tbk		
WIRA TOWER 1, LANTAI 2nd - 4th JL. DL. PALMANTAN KAWA - 10 ANBARA TEL. (04-21) 8162802 FAX. (04-21) 8060372		
DRAFTED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
REV.	DATE	REMARK
1	SEPT 3rd, 2018	
SCALE = 1 : 100		
DRAWING CODE	PAGE	NO. OF PAGE
WB-PTN-SD-SPCR-09-18	1	1

D:\UJIAN TOL LAYANG PETAMPAN\CAD\STRUKTUR\BENTIL PILE CAP\REINFORCEMENT PILE CAP P8.dwg



REINFORCEMENT PILE CAP P8
SCALE 1 : 50

SHOP DRAWING

NOTE:
 - CONCRETE
 Compressive Strength Min : $f_c' 24.9$ Mpa
 Concrete Cover : 70mm
 - REINFORCEMENT :
 Diameter D32 : $f_y 490$ Mpa
 Diameter D32 : $f_y 490$ Mpa

BoQ ITEM

- 4. SUB STRUCTURE WORK
- 4.9 Pekerjaan Struktur Bawah
- 4.9 Concrete K-350 (Pile Cap) (Beton K-350)
- 4.10 Concrete Reinforcement for pile cap (Unit Price) (Besi Beton pile cap)
- 4.11 Concrete K-125 (Lean Concrete) (Beton K-125 (Lantai Kerja))
- 4.14 Concrete Reinforcement (Besi Beton)

Project Title:
LALANG PANDANG TOLL ROAD SECTION 3 (A.P. PETAMPAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR

Drawing Title:
REINFORCEMENT PILE CAP P8

CONFIRMED BY



EMPLOYER:
 QA ADVISOR: _____ PRESIDENT DIRECTOR: _____

ACCEPTED BY



ENGINEER:
 ENGINEER: _____ TEAM LEADER: _____

CONTRACTOR:
PT WIJAYA KARYA BETON, Tbk
 WIRA TOWER 1, LANTAN 2nd - 4th
 J. D.I. PAKSIAN KAWI 2 - 10 JAKARTA
 TEL. (02-21) 8182802 FAX. (02-221) 8563872

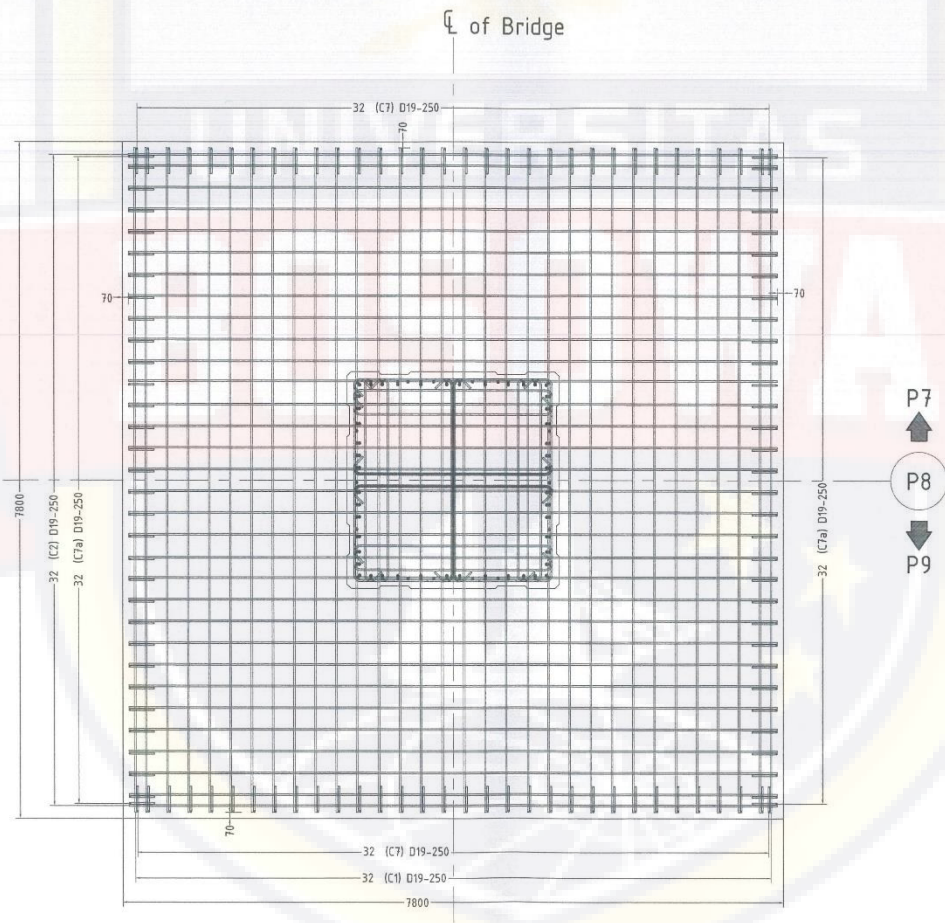
DRAFTED BY: _____ CHECKED BY: _____ APPROVED BY: _____

Mandy DRAFTMAN Hany Nurdiansyah ENGINEERING MANAGER Didi Rusdadi PROJECT MANAGER








REV.	DATE	REMARK
1	Oct 27th, 2018	
2	Dec 24th, 2018	STATER BAR OF PIER LEG REINFORCEMENT

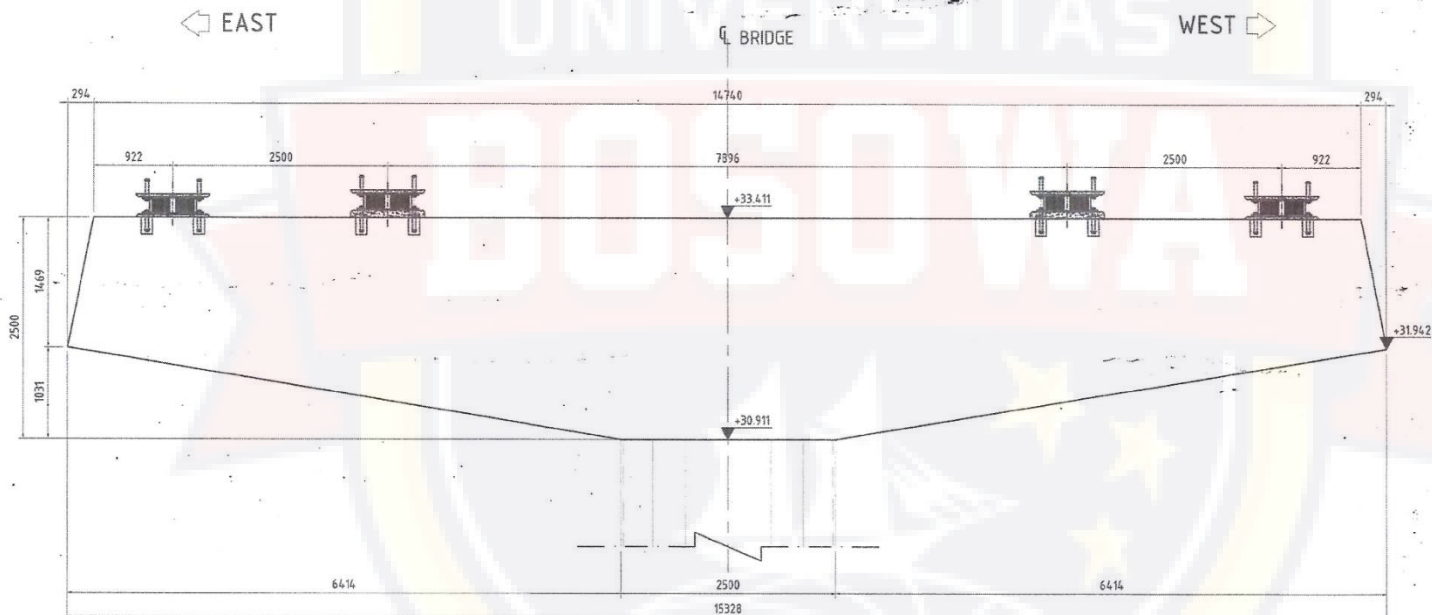
SCALE = 1 : 50		
DRAWING CODE	PAGE	NO. OF PAGE
WS-PTRN-SO-RPCP8-12-18	1	6

D:\JAWAH\TOL LAYANG PETTANAN\CONSTRUCTION\STRUCTURE\PILE CAP\PI-1803.P-18 (revisi) - pekerjaan gambar penulangan pile cap (1) - Reinforcement Pile Cap P8.dwg



SECTION - 2
SCALE 1 : 50



SHOP DRAWING		
NOTE:		
- CONCRETE Compressive Strength Min : f_c 24.9 Mpa Concrete Cover : 70mm		
- REINFORCEMENT Diameter D32 : f_y 490 MPa Diameter D32 : f_y 400 MPa		
BoQ ITEM		
4. SIZE STRUCTURE WORK (PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH)		
4.9 Concrete K-350 (Pile Cap) (Beton K-350)		
4.10 Concrete Reinforcement for pile cap (Unit Price) (Besi Beton pile cap)		
4.11 Concrete K-125 (Lean Concrete) (Beton K-125 (Lantai Kerja))		
4.14 Concrete Reinforcement (Besi Beton)		
Project Title:		
TULUNG PANDANG TOLL ROAD SECTION 9 (A.P. PETTANAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR		
Drawing Title:		
REINFORCEMENT PILE CAP P8		
CONFIRMED BY		
 PT Bosowa Marga Nusantara		
EMPLOYER:		
QA ADVISOR		PRESIDENT DIRECTOR
ACCEPTED BY		
 NIPPON KOEI  PT CIPTA STRADA PT ADARCO INTERNATIONAL		
ENGINEER:		
ENGINEER		TEAM LEADER
CONTRACTOR:		
PT WIJAYA KARYA BETON, Tbk  WIKA TOWER 1, LANTAS 2nd - 4th Jl. D.I. PANJAITAN KAV.3 - 10 JAKARTA TEL. (02-21) 8192802 FAX. (02-021) 89903872		
DRAFTED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
 Nurdy DRAFTMAN	 Ivan ENGINEERING MANAGER	 Digi PROJECT MANAGER
REV.	DATE	REMARK
1	Oct 27th, 2018	
2	Dec 24th, 2018	STATER BAR OF PIER LEG REINFORCEMENT
SCALE = 1 : 50		
DRAWING CODE	PAGE	NO. OF PAGE
WB-PTRN-SO-RPCP8-12-18	3	6

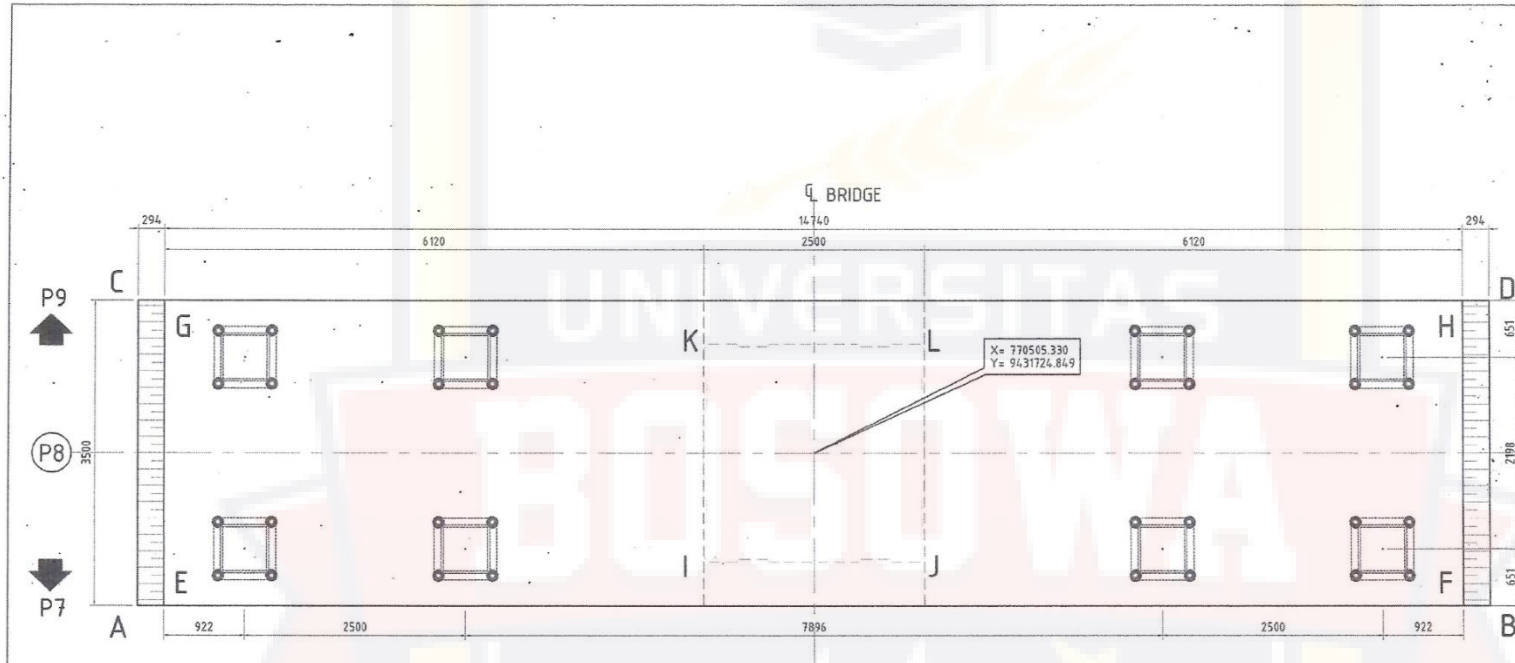


DIMENSION OF PIERHEAD P8
SCALE 1 : 50



DOC. CONTROL CENTER
 LILJUNG PANDANG TOLL ROAD SECTION 3
 (A.P. PATTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR
ORIGINAL DOCUMENT
 Date 10-04-2019

SHOP DRAWING		
NOTE:		
BoQ ITEM		
Project Title: LILJUNG PANDANG TOLL ROAD SECTION 3 (A.P. PATTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR		
Drawing Title: DIMENSION & COORDINATE PIERHEAD P8		
CONFIRMED BY		
 MARGA HARITA PUSPANTARI PT. BANGSA KARYA BANGSA		
EMPLOYER:		
QA ADVISOR	PRESIDENT DIRECTOR	
ACCEPTED BY		
 NIPPON KOEI PT. INDOOR INTERNATIONAL		
ENGINEER:		
		
ENGINEER	TEAM LEADER	
CONTRACTOR:		
PT. WILAYA KARYA BETON, Tbk 		
WKA TOWER 1, LANTAI 2nd - 4th Jl. D.I. PANJARAN KARYA 9 - 10 JAWARA TEL. (02-21) 812302 FAX. (02-021) 8300372		
DRAFTED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
		
DRAFTSMAN	ENGINEERING MANAGER	PROJECT MANAGER
REV.	DATE	REMARK
01	APR 4th, 2019	
SCALE = 1:50		
DRAWING CODE	PAGE	NO. OF PAGE
WB-PTRN-SO-DCPP8-01-19	2	2



DIMENSION & COORDINATES PIERHEAD P8
SCALE 1:50

PIERHEAD COORDINATES			
POINT NAMES	X	Y	Z
	m	m	m
A	770513.176	9431725.347	+31.942
B	770498.046	9431727.806	+31.942
C	770512.614	9431721.893	+31.942
D	770497.485	9431724.351	+31.942
E	770512.885	9431725.395	+33.411
F	770498.336	9431727.759	+33.411
G	770512.324	9431721.940	+33.411
H	770497.775	9431724.304	+33.411
I	770506.764	9431725.883	+30.911
J	770504.297	9431726.284	+30.911
K	770506.363	9431723.415	+30.911
L	770503.896	9431723.816	+30.911

DOC. CONTROL CENTER
LILING PANDANG TOLL ROAD SECTION 3
(A.P. PETTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR
ORIGINAL DOCUMENT
Date 10-04-2018

SHOP DRAWING


NOTE:

BoQ ITEM

Project Title:
LILING PANDANG TOLL ROAD SECTION 3
(A.P. PETTARAN ELEVATED TOLL ROAD) MAKASSAR

Drawing Title:
DIMENSION & COORDINATE
PIERHEAD P8


CONFIRMED BY


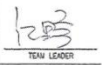

Mangulambas Nasarabara
PT. Bangsa Marga Nearabara


EMPLOYER:

QA ADVISOR: _____ PRESIDENT DIRECTOR: _____




ACCEPTED BY


PT. BANGSA MARGA NEARABARA

ENGINEER:  TEAM LEADER: 

CONTRACTOR:
PT. WIJAYA KARYA BETON, Tbk. 
WJKA TOWER 1, LANTAR 2nd - 4th
Jl. D.I. PALMANTAN KAY. 8 - 10 JAKARTA
TEL. (02-21) 8193002 FAX. (02-21) 89903872

DRAFTED BY: _____ CHECKED BY: _____ APPROVED BY: _____

  
DRAFTERMAN: _____ ENGINEERING MANAGER: _____ PROJECT MANAGER: _____

REV. DATE REMARK

01 APR 4th, 2018

SCALE = 1:50

DRAWING CODE: _____ PAGE: 1 NO. OF PAGE: 2

WB-PTRN-SD-DCPP8-04-19