

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE LEAST COST ANALYSIS PADA PEMBANGUNAN JALUR KA LINTAS MAKASSAR – PAREPARE (STUDI KASUS : PELAKSANAAN PEKERJAAN KA JALUR PANGKEP – BARRU)

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Mencapai Gelar S1



Disusun Oleh :

NAJAH SULTAN ALKAHFI

45 16 041 107

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A 183/FT/UNIBOS/II/ 2022, Tanggal 16 Februari 2022, Perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 16 Februari 2022
N a m a : NAJAH SULTAN ALKAHFI
No.Stambuk : 45 16 041 107
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : “OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE LEAST COST ANALYSIS PADA PEMBANGUNAN JALUR KA LINTAS MAKASSAR – PAREPARE (STUDI KASUS : PELAKSANAAN PEKERJAAN JALUR KA PANGKEP – BARRU)”

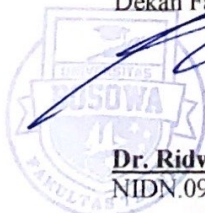
Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa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

Tim Penguji Ujian Akhir

Ketua / Ex Officio : Prof. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, Msi (.....)
Sekretaris / Ex Officio: Hj. Savitri Prasandi M. ST. MT. (.....)
Anggota : Ir. Burhanuddin Badrun, Msp (.....)
: Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT (.....)

Makassar, 2022

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Mengetahui :

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil



Dr. Jr. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 09-041265-02



**LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR**

Judul : "OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE LEAST
COST ANALYSIS PADA PEMBANGUNAN JALUR KA LINTAS
MAKASSAR-PAREPARE (Studi Kasus : Pelaksanaan Pekerjaan KA Jalur
Pangkep-Barru"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : **NAJAH SULTAN ALKAHFI**

No.Stambuk : **45 16 041 107**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil
/ Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar


Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

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

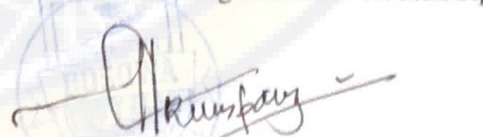
Pembimbing II : **Hj. Savitri Prasandi M, ST, MT.** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ridwan, S.T., M.Si
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 09-041265-02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Najah Sultan Alkahfi**
Nomor Stambuk : **45 16 041 107**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare (Studi Kasus : Pelaksanaan Pekerjaan KA Jalur Pangkep – Barru)**

mengatakan dengan sebenarnya bahwa :

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

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

Makassar, 2022

mbuat pernyataan



(Najah Sultan Alkahfi)
45 16 041 107

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Optimalisasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare (Studi Kasus : Pelaksanaan Pekerjaan KA Jalur Pangkep –Barru)”**

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas bosowa Makassar. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan dari Dosen – dosen Fakultas Teknik jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuannya selama penyusunan hingga selesainya Skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa mungkin masih terdapat beberapa kekurangan dan kekeliruan dalam penyusunan Skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat rekonstruktif untuk menyempurnakan laporan ini.

PENYUSUN

(Najah Sultan Alkahfi)

ABSTRAK

Durasi waktu penyelesaian proyek bisa dipercepat dari durasi waktu normal dengan menambah sumber daya dalam batas-batas yang ekonomis, tanpa mengurangi mutu pekerjaan tersebut. Percepatan waktu penyelesaian proyek dilakukan pemendekan durasi pada kegiatan – kegiatan yang berada dalam jalur kritis pada jaringan kerja proyek yang salah satunya dengan menambah jam kerja (lembur) dengan konsekuensi biaya proyek menjadi meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kegiatan yang berada pada jalur kritis, menentukan perpendekan waktu dan total biaya dengan Project Crashing, menentukan waktu yang optimal dengan biaya yang minimum. Tahapan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode CPM (Critical Path Methode) yaitu metode jalur kritis untuk menentukan jaringan kerja sehingga mendapatkan lintasan kritis, menganalisis durasi dan biaya percepatan dengan kerja lembur, melakukan perpendekan waktu dengan Project Crashing berdasarkan lintasan kritis berdasarkan cost slope terkecil selanjutnya dianalisis berdasarkan jaringan kerja CPM (Critical Path Methode) apakah terdapat jalur kritis baru sehingga diperoleh beberapa target percepatan. Selanjutnya berdasarkan target beberapa percepatan dilakukan analisa berdasarkan metode Least Cost Analysis sehingga diperoleh target percepatan yang optimal dengan biaya yang minimum. Berdasarkan hasil analisa, didapat pemendekan durasi yang optimal dengan biaya yang minimum selama 29 hari kerja sehingga durasi proyek menjadi 661 hari dengan total biaya proyek Rp 71,397,857,212 dari durasi normal 690 hari biaya proyek Rp 71,426,840,296 terjadi penurunan biaya proyek sebesar Rp 28,983,084 atau persentase penurunan biaya 0,06%.

Kata Kunci : Waktu, Biaya, Kerja Lembur, *CPM*, *Project Crashing*, *Cost Slope*, *Critical Path*, *Least Cost Analysis*, Penurunan Biaya

ABSTRACT

The duration of the project completion time can be accelerated from the normal time duration by adding resources within economical limits, without reducing the quality of the work. Acceleration of project completion time is carried out by shortening the duration of activities that are in the critical path of the project network, one of which is by increasing working hours (overtime) with the consequence of increasing project costs. The purpose of this study is to determine the activities that are on the critical path, determine the shortening of time and total costs with Project Crashing, determine the optimal time with minimum costs. The stages in this research are using the CPM (Critical Path Method) method, namely the critical path method to determine the network so that it gets a critical path, analyzing the duration and cost of acceleration with lemur work, shortening the time with Project Crashing based on the critical path based on the smallest cost slope, then analyzed based on the CPM network (Critical Path Method) is there a new critical path so that several acceleration targets are obtained. Furthermore, based on several acceleration targets, analysis is carried out based on the Least Cost Analysis method so that the optimal acceleration target is obtained with minimum costs. Based on the analysis results, the optimal duration shortening with a minimum cost of 29 working days so that the project duration becomes 661 days with a total project cost of Rp. 71.397,857,212 from the normal duration of 690 days, project costs are Rp. 71,426,840,296, there is a decrease in project costs of Rp. 28,983,084 or a percentage decrease in costs of 0.06%.

Keywords : time, cost, overtime, CPM, Project Crashing, Cost Slope, Critical Path, Least Cost Analysis, Cost Reduction

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I_PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian	I-4
1.5 Batasan Masalah	I-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II_TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Manajemen Kontruksi	II-1
2.2 Penjadwalan Konstruksi	II-1
2.2.1 Metode Penjadwalan Konstruksi.....	II-4
2.2.2 Penjadwalan Sumber Daya.....	II-10
2.2.3 <i>Critical Path Method (CPM)</i>	II-15
2.2.3 <i>Project Crashing</i>	II-18
2.2.4 <i>Least Cost Analysis (LCA)</i>	II-20
BAB III_METODE PENELITIAN	

3.1 Gambar Umum	III-1
3.1.1 Data Umum Proyek	III-2
3.1.2 Lingkup Pekerjaan	III-1
3.1.3 Tempat dan Waktu Penelitian	III-6
3.2 Kerangka Fikir Penelitian	III-7
3.3 Model Penelitian	III-9
3.3.1 Jenis Penelitian.....	III-9
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data	III-10
3.3.3 Tahapan Penelitian	III-11
3.4 Bagan Alur Penelitian	III-15
3.5 Tahapan Pekerjaan Pembangunan Rel KA	III-15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Durasi dan Biaya Normal	IV-1
4.2 Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis	IV-8
4.3 <i>Project Crashing</i>	IV-11
4.3.1 Percepatan Durasi dan Biaya Percepatan	IV-11
4.3.2 Perhitungan <i>Cost Slope</i>	IV-22
4.3.3 Analisa Jaringan Kerja Berdasarkan <i>Cost Slope Terkecil</i>	IV-29
4.4 Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan metode <i>Least Cost</i> <i>Analysis</i>	IV-32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perhitungan Maju dan Mundur	II-18
Gambar 2.2 Hubungan Waktu dan Biaya dengan <i>Direct Cost</i>	II-19
Gambar 2.3 Total <i>Project Cost</i>	II-21
Gambar 2.4 Struktur Biaya Proyek	II-23
Gambar 3.1 Peta Perencanaan Jalur Rel Kereta Api Lintas Makassar- Parepare	III-6
Gambar 3.2 Motor Grader	III-19
Gambar 3.3 Pemasangan dengan Tandem Riller	III-19
Gambar 3.4 Pengangkutan Material Timbunan	III-21
Gambar 3.5 Perataan Timbunan	III-22
Gambar 3.6 Titik Pengambilan Sampel	III-23
Gambar 3.7 Tumpukan Material Balas	III-28
Gambar 3.8 Pengisian Balas Pada Rongga Bantalan	III-29
Gambar 3.9 Ballast Distributing and Profiling Machine	III-29
Gambar 3.10 Pemasangan Bantalan	III-30

Gambar 3.11 Pemasangan Rel III-31

Gambar 4.1 Grafik Hubungan Waktu dan Biaya

pekerjaan bore pile IV-29

Gambar 4.15 Grafik Perhitungan Total Waktu dan Biaya Menggunakan

Metode Least Cost Analysis IV-34



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Uraian Pekerjaan Jembatan Pada Kondisi Normal	III-2
Tabel 4.1 Durasi dan Biaya Proyek	IV-1
Tabel 4.2 Daftar Kegiatan Kritis	IV-8
Tabel 4.3 Percepatan Durasi	IV-12
Tabel 4.4 Biaya Percepatan	IV-17
Tabel 4.5 Hasil perhitungan <i>Cost Slope</i>	IV-22
Tabel 4.6 Target Percepatan dan Total Biaya Proyek	IV-31
Tabel 4.7 Perhitungan Waktu dan Biaya dengan <i>Least Cost Analysis</i>	IV-34

DAFTAR NOTASI

MYC	= Multi Years Contract
KA	= Kereta Api
Km	= Kilometer
Kab	= Kabupaten
LCA	= <i>Least Cost Analysis</i>
E	= <i>Earliest Event Occurrence Time</i>
L	= <i>Latest Event Occurrence Time</i>
ES	= <i>Earliest Activity Start Time</i>
EF	= <i>Earliest Activity Finish Time</i>
LS	= <i>Latest Activity Start Time</i>
LF	= <i>Latest Activity Finish Time</i>
t	= <i>Activity Duration Time</i>
t_n	= <i>Normal Time</i>
t_c	= <i>Crash Time</i>
CPM	= <i>Critical Path Method</i>
RAB	= Rincian Anggaran Biaya
K3	= Keselamatan Kesehatan Kerja

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pekerjaan konstruksi saat ini menjadikan suatu pekerjaan konstruksi semakin kompleks dan rumit, karena dalam pekerjaan konstruksi yang besar dan kompleks membutuhkan sumber daya yang digunakan untuk penyelesaian dari awal hingga akhir suatu pekerjaan. Sebuah pekerjaan konstruksi dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Nurhayati, 2010).

Semakin besar suatu pekerjaan konstruksi, menyebabkan semakin banyak juga masalah yang ada dan harus dihadapi. Pada perencanaan kita dihadapkan pada pengaturan sumber daya seperti tenaga kerja, biaya, waktu, peralatan dan lain sebagainya, sampai pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Jika hal-hal tersebut tidak ditangani dengan cepat dan benar, berbagai masalah akan muncul seperti keterlambatan penyelesaian pekerjaan, penyimpangan mutu, pembiayaan yang membengkak, pemborosan sumber daya dan lain sebagainya yang sangat merugikan bagi pelaksanaan pekerjaan (Hartati, S, 2017).

Pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare km 32+600 – 36+600 Antara Maros Barru (MYC 2018-2020) sudah hadapi

keterlambatan pekerjaan yang signifikan dari Schedule yang sudah direncanakan oleh Project Manager, selaku pihak yang bertanggung jawab pada proyek. Ada sebagian aspek yang berlangsung seperti buruknya manajemen yang diterapkan oleh kontraktor, aspek alam, adanya perubahan desain, cuaca tidak menentu, serta faktor faktor pemicu yang lain. Tipe faktor pemicu keterlambatan pekerjaan dipengaruhi oleh letak dimana proyek tersebut dilaksanakan, sebab berhubungan langsung dengan akses, ketersediaan material, serta keadaan geografis dari letak proyek. Hal inilah yang menjadi alasan saya untuk mengambil judul tentang "Optimalisasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare (studi kasus : pelaksanaan pekerjaan jalur KA Pangkep-Barru). Karena untuk mengantisipasi permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu analisis agar kita dapat mengetahui metode atau cara yang paling efektif dan efisien untuk kita lakukan (Aliza, 2019).

Di dalam analisis ini peneliti menggunakan metode Least Cost Analysis (Optimalisasi Waktu Dan Biaya) yang dimana metode ini sangat berhubungan dengan judul saya yaitu tentang waktu dan biaya, serta percepatan penyelesaian pekerjaan, karena didalam metode Least Cost Analysis ini dapat mengoptimalkan waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan.

Apabila waktu penyelesaian dipercepat maka Direct Cost akan naik dan Indirect Cost akan turun.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang dikemukakan pada latar belakang di atas, secara lebih rinci masalah penelitian dirumuskan dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut :

1. Berapakah besar dan selisih perubahan waktu dan total biaya pada proyek pembangunan jalur rel Kereta Api lintas Makassar – ParePare dengan Metode *Project Crashing* ?
2. Bagaimana menentukan waktu yang optimal dan total biaya yang minimum pada proyek pembangunan jalur rel Kereta Api lintas Makassar-ParePare dengan Metode *Least Cost Analysis* ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian yang dilakukan adalah :

1. Untuk menganalisa perubahan waktu dan total biaya pada proyek pembangunan jalur rel Kereta Api lintas Makassar-ParePare dengan metode *Project Crashing* .
2. Untuk menganalisa waktu yang optimal dan total biaya yang minimum pada proyek pembangunan jalur rel Kereta Api lintas Makassar-ParePare dengan metode *Least Cost Analysis*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk Akademis

Menambah bahan bacaan mengenai analisa pengendalian biaya dan waktu menggunakan metode *Least Cost Analysis* pada pelaksanaan Pembangunan Rel Kereta Api

2. Untuk Masyarakat

Diharapkan mampu mengembangkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil khususnya manajemen konstruksi.

3. Untuk Pelaksana Jasa Kontruksi

- a) Mengetahui perbandingan-perbandingan waktu dan biaya pembangunan rel kereta api
- b) Diharapkan mampu menjadi tambahan sumbangan pemikiran tentang ilmu pengetahuan, khususnya para pelaksana jasa konstruksi dalam memilih metode pelaksanaannya.
- c) Mengetahui optimasi waktu dan biaya menggunakan metode *Least Cost Analysis* pada pembangunan rel kereta api di Kab. Pangkep.

4. Untuk Peneliti

- a) Diharapkan dapat menjadi masukan dan wawasan peneliti, dan diharapkan mampu menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya.
- b) Untuk mengetahui pelaksanaan dan permasalahan yang ada pada pembangunan rel kereta api di Kab. Pangkep.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada Pekerjaan Pembangunan Rel Kereta Api lintas Makassar-ParePare Paket. 407 (Km 32+600 – Km 36+600 Pangkep-Barru).
2. Pemendekan durasi pelaksanaan dengan kerja lembur
3. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah Metode *Project Crashing* dan *Least Cost Analysis* (LCA).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini terdiri dari lima bab. Masing-masing bab dibagi dalam sub bab mengenai pokok pembahasan, kemudian diuraikan dengan tujuan dapat diketahui permasalahan yang dibicarakan. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Terdiri dari uraian tentang teori dasar yang digunakan dalam mendukung penelitian ini. Dalam hal ini membahas tentang teori metode

Least Cost Analysis (LCA) sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Terdiri dari kerangka pemecahan masalah dan gambaran umum dalam pengumpulan data, pengolahan data serta analisa dari masalah yang diteliti.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdiri dari pembahasan mengenai penyelesaian masalah dikaitkan dengan teori maupun literature secara sistematis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Terdiri dari kesimpulan hasil penelitian dan saran yang diperlukan atas pembahasan dan penyelesaian masalah yang telah dilakukan serta untuk penelitian lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Kontruksi

Manajemen konstruksi adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja (Husen,2010).

Menurut Bakhtiar, dkk (2012), manajemen konstruksi mencakup tiga fase, yaitu:

1. Perencanaan, kegiatan ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan pekerjaan konstruksi dan organisasi tim.
2. Penjadwalan, kegiatan ini menghubungkan antara tenaga kerja, uang dan bahan yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi.
3. Pengendalian, kegiatan ini mencakup pengawasan sumber daya, biaya, kualitas dan budget jika perlu merevisi, mengubah rencana, menggeser atau mengelola uang sehingga tepat waktu dan biaya.

2.2 Penjadwalan Konstruksi

Kunci utama keberhasilan melaksanakan proyek tepat waktu adalah perencanaan dan penjadwalan proyek yang lengkap dan tepat. Keterlambatan dapat dianggap sebagai akibat tidak dipenuhinya rencana

jadwal yang telah dibuat, karena kondisi kenyataan yang tidak sesuai dengan kondisi saat jadwal tersebut dibuat (Proboyo, 1999).

Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu proyek dapat diselesaikan. Penjadwalan merefleksikan dari perencanaan, karena itu perencanaan harus dilakukan terlebih dahulu (Ervianto, 2005).

Proses perencanaan dan penjadwalan proyek dengan demikian perlu memahami semua faktor yang melatarbelakangi pembuatan jadwal proyek. Pemahaman faktor-faktor tersebut dilakukan dengan mengkaji 6 tahapan yang ada dalam proses menjadwalkan tersebut yakni (Proboyo, 1999) :

a. Identifikasi aktivitas-aktivitas proyek

Identifikasi aktivitas bertujuan untuk mengetahui secara rinci kegiatan-kegiatan yang akan ada dalam pelaksanaan proyek. Pengidentifikasian aktivitas yang baik dan lengkap diperoleh dari peninjauan, pemahaman dan analisa cermat atas semua dokumen kontrak proyek yang ada, karena itu dokumen kontrak proyek benar-benar lengkap menginformasikan lingkup pekerjaan yang akan dilaksanakan.

b. Estimasi durasi aktivitas

Estimasi durasi aktivitas adalah memperkirakan panjang waktu yang perlu untuk menyelesaikan aktivitas tersebut. Durasi aktivitas adalah fungsi dari jumlah (kuantitas) pekerjaan yang harus diselesaikan

dan produk kerja tiap satuan waktu (production rate). Kuantitas pekerjaan dapat diketahui dari lingkup/dokumen kontrak, sedangkan produk kerja tiap satuan waktu diperoleh dari data dan pengalaman dengan memperhatikan ketersediaan semua sumber daya (bahan, alat, tenaga kerja) dan kendala-kendala yang mungkin mempengaruhi produktivitas.

c. Penyusunan rencana kerja proyek

Penyusunan rencana kerja proyek dimaksudkan untuk menentukan tahapan/urutan aktivitas kerja dalam melaksanakan proyek. Urutan aktivitas ini diperlukan untuk menggambarkan hubungan antar berbagai aktivitas yang ada dalam proses pelaksanaan proyek.

d. Penjadwalan aktivitas-aktivitas proyek

Penjadwalan aktivitas-aktivitas proyek pada dasarnya adalah menentukan pada saat kapan suatu aktivitas harus mulai dan berakhir. Rangkaian aktivitas-aktivitas dengan durasinya masing-masing yang telah diurutkan akan membentuk rangkaian penjadwalan aktivitas, yang menjadi jadwal pelaksanaan proyek. Pembentukan jadwal proyek ini pada prinsipnya perlu memenuhi total waktu yang disediakan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

e. Peninjauan kembali dan analisa terhadap jadwal yang telah dibuat

Peninjauan kembali jadwal bertujuan menjamin bahwa jadwal proyek adalah masuk akal dan lengkap, sedangkan analisa jadwal bermaksud menjamin bahwa jadwal tersebut merupakan rencana yang dapat dikerjakan dengan telah mempertimbangkan sumber daya produksi dan manajerial yang ada.

f. Penerapan jadwal

Penerapan jadwal merupakan tahap akhir proses perencanaan dan pejadwalan proyek, dimana jadwal telah cukup lengkap dan akurat untuk dipakai melaksanakan dan memonitor pelaksanaan proyek.

2.2.1 Metode Penjadwalan Konstruksi

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya konstruksi. Masing-masing metode mempunyai kekurangan dan kelebihan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap linerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variable-variabel yang mempengaruhinya juga harus dimonitor, misalnya mutu, keselamatan kerja, ketersediaan peralatan dan material, serta *stakeholder* proyek yang terlibat. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan koreksi agar proyek tetap pada kondisi yang diinginkan (Putri, A. I.2019)

a. Waktu dan Durasi Kegiatan

Dalam konteks penjadwalan, terdapat dua perbedaan, yaitu waktu (*time*) dan kurun waktu (*duration*). Bila waktu menyatakan siang/malam sedangkan kurun waktu atau durasi menunjukkan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan suatu kegiatan. Menentukan durasi suatu kegiatan biasanya dilandasi volume pekerjaan dan produktivitas kelompok pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Produktivitas didapat dari pengalaman *crew* melakukan suatu kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya atau *database* perusahaan. Sebagai contoh, kemampuan *crew* menyelesaikan pekerjaan dinding bata rata-rata adalah 10m²/hari, maka produktivitas *crew* tersebut adalah 10m²/hari, sedangkan volume pekerjaan dinding bata 240 m².

$$\begin{aligned}\text{Durasi pekerjaan dinding bata} &= \text{volume pekerjaan/produktivitas crew} \\ &= 240 \text{ m}^2/10 \text{ m}^2/\text{hari} \\ &= 24 \text{ hari}\end{aligned}$$

Bila produktivitas *crew* untuk pekerjaan galian tanah rata-rata adalah 3m³/jam, sedangkan volume pekerjaannya adalah 500 m³, maka;

$$\begin{aligned}\text{Durasi pekerjaan galian tanah} &= \text{volume pekerjaan/produktivitas crew} \\ &= 500 \text{ m}^3/3 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 166,67 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bila 1 hari – 8 jam kerja} &= 166,67 \text{ jam}/8 \text{ jam/ hari} = 20,83 \text{ hari} \\ &= 21 \text{ hari}\end{aligned}$$

b. Bagan Balok atau *Barchart*

Barchart ditemukan oleh Gantt dan Fredrick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan, format bagan baloknya informative, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana. Bagan balok terdiri atas sumbu *y* yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu *x* menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya.

Pada bagian ini juga dapat ditentukan *milestone/baseline* sebagai bagian target yang harus diperhatikan guna kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. Untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang dengan memperhatikan *total float*-nya, yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal.

Penyajian informasi bagan balok agak terbatas, missal hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui, karena urutan kegiatan kurang terinci, maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan akan dikoreksi menjadi sukar untuk dilakukan.

c. Kurva S atau *Hanumm Curve*

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan

sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian jadwal. Tetapi informasi tersebut tidak detail dan hanya terbatas untuk menilai kemajuan proyek. Perbaikan lebih lanjut dapat menggunakan metode lain yang dikombinasikan, misal dengan metode bagan balok yang dapat digeser-geser dan *network planning* dengan memperbaiki sumber daya maupun waktu pada masing-masing kegiatan.

Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertical sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah yang cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil.

Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/kegiatan dibagi nilai anggaran, karena satuan biaya dapat dijadikan bentuk persentase sehingga lebih mudah untuk menghitungnya.

d. Metode Penjadwalan Linier (Diagram Vektor)

Metode ini biasanya sangat efektif dipakai untuk proyek dengan jumlah kegiatan relative sedikit dan banyak digunakan untuk penjadwalan dengan kegiatan yang berulang seperti pada proyek konstruksi jalan raya, *runway* bandar udara, terowongan/*tunnel* atau proyek industrimanufaktur. Metode ini sangat memuaskan untuk diterapkan pada proyek-proyek tersebut karena menggunakan sumber daya manusia yang relative lebih kecil dan variasi keterampilan pada suatu pekerjaan/kegiatan tidak sebanyak pada proyek yang lain.

Metode ini cukup efektif untuk digunakan pada proyek bangunan gedung bertingkat dengan keragaman masing-masing tingkat bangunan relative sama. Pada proyek yang cukup besar, metode ini membantu memonitor progress beberapa kegiatan tertentu yang berada dalam suatu penjadwalan keseluruhan proyek. Hal ini dapat dilakukan bila metode ini dikombinasikan dengan metode *network*. Karena metode penjadwalan linier dapat memberikan informasi tentang kemajuan proyek yang tidak dapat ditampilkan oleh metode *network*.

e. Metode penjadwalan *Network Planning*

Network Planning diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan Du-Pont dan Rand Corporation untuk mengembangkan system control manajemen. Metode ini dikembangkan untuk mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks. Metode ini relative lebih sulit, hubungan antarkegiatan jelas, dan dapat memperlihatkan kegiatan kritis. Dari informasi *network planning*-lah

monitoring serta tindakan koreksi kemudian dapat dilakukan, yakni dengan memperbarui jadwal. Akan tetapi, metode ini perlu dikombinasikan dengan metode lainnya agar lebih informative.

Tahapan penyusunan *Network Scheduling*:

- 1) Menginventarisasi kegiatan-kegiatan dari pake WBS berdasar item pekerjaan, lalu diberi kode kegiatan untuk memudahkan identifikasi.
- 2) Memperkirakan durasi setiap kegiatan dengan mempertimbangkan jenis pekerjaan, volume pekerjaan, jumlah sumber daya, lingkungan kerja, serta produktivitas pekerja.
- 3) Penentuan logika ketergantungan antar kegiatan dilakukan dengan tiga kemungkinan hubungan, yaitu kegiatan yang mendahului (*predecessor*), kegiatan yang didahului (*successor*), serta bebas.
- 4) Perhitungan analisis waktu serta alokasi sumber daya, dilakukan setelah langkah-langkah di atas dilakukan dengan akurat dan teliti.

Manfaat penerapan *Network Scheduling*:

- 1) Penggambaran logika hubungan antarkegiatan membuat perencanaan proyek menjadi lebih rinci dan detail.
- 2) Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap kejadian yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan, kesukaran-kesukaran yang bakal timbul dapat diketahui jauh sebelum terjadi sehingga tindakan pencegahan yang diperlukan dapat dilakukan.
- 3) Dalam *network planning* dapat terlihat jelas waktu penyelesaian yang dapat ditunda atau harus disegerakan.

- 4) Membantu mengomunikasikan hasil *network* yang ditampilkan.
- 5) Memungkinkan dicapainya hasil proyek yang lebih ekonomis dari segi biaya langsung (*direct cost*) serta penggunaan sumber daya.
- 6) Berguna untuk menyelesaikan klaim yang diakibatkan oleh keterlambatan dalam menentukan pembayaran kemajuan pekerjaan, menganalisis *cashflow*, dan pengendalian biaya.
- 7) Menyediakan kemampuan bersifat analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proyek secara keseluruhan.
- 8) Terdiri atas metode *Activity On Arrow* dan *Activity On Node (Precedence Diagram Method)*

2.2.2 Penjadwalan Sumber Daya

Penjadwalan sumber daya seperti tenaga kerja, peralatan, material dan modal/biaya dapat merupakan bagian dari *master schedule* atau dapat juga sebagai bagian yang terpisah darinya *subschedule* (Rouli, Y. 2019).

Untuk proyek yang cukup kompleks, pemilahan *schedule* sumber daya dari *master schedule*, dengan detailnya dilakukan pada *subschedule*, adalah langkah terbaik untuk memudahkan monitoring. Tujuan penjadwalan sumber daya adalah memastikan jumlah atau jenis sumber daya dapat diketahui sejak awal dan tersedia bila dibutuhkan. Tetapi bila ketersediaan sumber daya terbatas, maka biasanya durasi proyek menjadi lebih lambat dari yang direncanakan. Sebaliknya dengan menambah jumlah sumber daya, durasi proyek dapat dipercepat. Bila ketersediaan

sumber daya cukup tetapi distribusi selama berlaggsungnya proyek berfluktuasi, maka hal ini akan mengurangi tingkat efektivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya. Bila sumber daya yang dimiliki terbatas dan ketersediaannya tidak mencukupi, sedangkan durasi adalah batasan kurun waktu proyek, maka penjadwalan dapat dilakukan dengan perataan sumber daya (*resources leveling*).

a. Penjadwalan Sumber Daya yang Terbatas

Sumber daya yang terbatas adalah salah satu alasan mengapa penjadwalan diperlukan. Penjadwalan dimaksudkan supaya pelaksanaan proyek tetap dapat berlangsung, caranya dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang terbatas tersebut yang diusahakan juga durasi proyeknya tidak menjadi terlalu terlambat (Tulus, M.A, 1996).

Sumber daya yang terbatas karena ketersediaannya yang memang langka dapat membuat masalah besar bago pelaksanaan proyek, karena hal ini akan memengaruhi durasi proyek. Makin sedikit jumlah ketersediaannya, durasi proyek akan semakin lama karena banyak kegiatan yang tidak dapat dilakukan. Akibatnya adalah sanksi dari pemilik proyek yang berupa denda atau pemutusan hubungan kerja sepihak karena keterlambatan proyek. Oleh karena itu, perencanaan sumberdaya yang langka seperti peralatan/mesin dengan teknologi tinggi, tukang khusus ukir/pahat, dan material yang harus diimpor, peralatan yang memerlukan impor dari luar negeri, harus dibuat sebaik mungkin agar durasi kegiatannya tidak terganggu.

Ada dua jenis batasan yang harus diperhatikan dalam penjadwalan proyek, karena batasan tersebut berpengaruh terhadap waktu kerja dari suatu kegiatan. Dua batasan tersebut adalah:

- 1) Batasan Hubungan Kegiatan, batasan yang diakibatkan oleh hubungan antar kegiatan pada beberapa kegiatan
- 2) Batasan Kondisi Sumber Daya, batasan yang diakibatkan oleh ketidakterediaan sumber daya.

Selain itu, ada empat aturan yang dapat diterapkan pada penjadwalan proyek dalam hubungannya dengan alokasi sumber daya yang terbatas, yaitu:

- 1) Memprioritaskan kegiatan yang mempunyai batasan kegiatan-kegiatan dengan sumber daya maksimum, lalu dilakukan penjadwalan terhadap kegiatan tersebut dengan basis kontinyu
- 2) Memprioritaskan pada kegiatan kritis atau mendekati kritis dengan *total float* paling rendah, lalu dilakukan penjadwalan terhadap kegiatan tersebut dengan basis kontinyu
- 3) Memprioritaskan pada kegiatan yang mempunyai duras paling pendek, lalu dilakukan penjadwalan terhadap kegiatan tersebut dengan cara basis kontinyu
- 4) Setelah salah satu dari tiga aturan diatas terpenuhi, pada kegiatan dengan prioritas rendah dengan caran basis terputus, kemudian dilakuka interupsi oleh kegiatan yang lebih tinggi prioritasnya

b. Perataan Sumber Daya

Perataan sumber daya adalah meratakan frekuensi alokasi sumber daya dengan tujuan memastikan bahwa jumlah/jenis sumber daya dapat diketahui ddari awal dan tersedia bila dibutuhkan. Biasanya bila jumlah sumber daya dikurangi, durasi akan bertambah, sebaliknya bila jumlah sumber daya ditambah, durasi akan berkurang. Tujuan dari perataan sumber daya adalah untuk menjadwalkan kegiatan pada proyek yang diseuaikan dengan ketersediaan sumber daya dan pola penyebaran yang logis sehingga durasi proyek tidak melampaui batas berlebihan. Variasi penyebaran sumber daya dari satu period eke periode lainnya diusahakan dapat tetap pada suatu batas minimum kebutuhannya, sehingga hasil yang dicapai dapat memenuhi sesuai dengan kemampuan dan ketersediaan sumber daya yang ada.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perataan sumber daya adalah mengidentifikasi sumber daya yang terbatas dan yang dibutuhkan untuk seluruh jumlah durasi dari suatu proyek. Ini karena alokasi sumber daya yang langka dan ketersediaannya terbatas harus diprioritaskan.

Bila ketersediaannya tidak mencukupi, pengadaannya akan menimbulkan biaya yang lebih tinggi. Perataan sumber daya dimaksudkan agar alokasi tingkat pemakaian sumber daya dapat diketahui sehingga penyelesaian proyek menjadi lebih logis. Dalam perataan sumber daya, biasanya durasi proyek dianggap tetap, sedangkan jumlah sumber daya diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan ketersediaan.

Ada beberapa pola distribusi sumber daya selama durai proyek,yaitu:

- 1) Pola kebutuhan sumber daya sepanjang durasi proyek dengan bentuk berfluktuasi
- 2) Pola kebutuhan sumber daya sepanjang durasi proyek dengan jumlah tetap/sama.
- 3) Pola kebutuhan sumber daya sepanjang durasi proyek dengan bentuk bervariasi

Metode perataan sumber daya bertujuan mendapatkan pola kebutuhan sumber daya yang sesuai. Metode ini dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Memulai seluruh kegiatan proyek berada diantara waktu mulai paling awal dan waktu mulai paling lambat, sehingga durasi proyek tidak bertambah.
- 2) Berdasarkan ketersediaan waktu yang dibatasi dengan mengatur sumber daya yang dibutuhkan yang jumlah dan pola penyebarannya diatur sedemikian rupa
- 3) Berdasarkan ketersediaan sumber daya yang terbatas karena kelangkaan dengan menambah durasi proyek sehingga proyek dapat menjadi lebih lambat dari yang direncanakan
- 4) Berdasarkan penjadwalan dengan membuat diagram batang nonkontinu dengan mengintrupsi suatu kegiatan oleh kegiatan yang lainnya

2.2.3 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) merupakan dasar dari system perencanaan dan pengendalian kemajuan pekerjaan yang didasarkan pada network atau jaringan kerja. CPM pertama kali digunakan di Inggris pada pertengahan tahun 50-an pada suatu proyek pembangkit tenaga listrik, kemudian di dikembangkan oleh *Intergrated Engineering Control Group of E.I du Pont de Nemours and Company* yang diprakarsai oleh Walker dan Kelly jr. tahun 1957, keduanya dari Reningtone Rand, Univac Computer Division, yang di namakan Penjadwalan Jalur Kritis (*Critical Path Schedulling-CPS*) (Tarore,2002).

Pada metode CPM terdapat dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap kegiatan yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan tersebut adalah perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (*normal estimate*) dan perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (*crash estimate*). Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal istilah jalur kritis, jalur yang memiliki rangkaian-rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur. Seorang manajer proyek harus mampu mengidentifikasi jalur kritis dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek. Dalam sebuah jaringan kerja dapat saja terdiri dari beberapa jalur kritis.

Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu penyelesaian digunakan beberapa terminologi dasar berikut:

a) E (*earliest event occurrence time*)

Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa.

b) L (*Latest event occurrence time*)

Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

c) ES (*earliest activity start time*)

Waktu Mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

d) EF (*earliest activity finish time*)

Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan.

EF suatu kegiatan terdahulu = ES kegiatan berikutnya

e) LS (*latest activity start time*)

Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

f) LF (*latest activity finish time*)

Waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

g) t (*activity duration time*)

Kurun waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (hari, minggu, bulan).

Dalam perhitungan waktu juga digunakan tiga asumsi dasar yaitu: Pertama, proyek hanya memiliki satu *initial event* (start) dan satu *terminal event* (finish). Kedua, saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol. Ketiga, saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah $LS = ES$.

Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*).

1. Hitungan Maju

Dimulai dari Start (*initial event*) menuju Finish (*terminal event*) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E)

2. Hitungan Mundur

Dimulai dari Finish menuju Start untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L).

Apabila kedua perhitungan tersebut telah selesai maka dapat diperoleh nilai **Slack atau Float** yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas dalam sebuah jaringan kerja. Dimana, terdapat dua macam jenis *Slack* yaitu *Total Slack* dan *Free Slack*. Untuk melakukan perhitungan maju dan mundur maka lingkaran atau *event* dibagi menjadi tiga bagian yaitu:



Gambar 2.1 Perhitungan Maju dan Mundur

Keterangan :

a = ruang untuk nomor event

b = ruang untuk menunjukkan waktu paling cepat terjadinya *event* (E) dan kegiatan (ES) yang merupakan hasil perhitungan maju

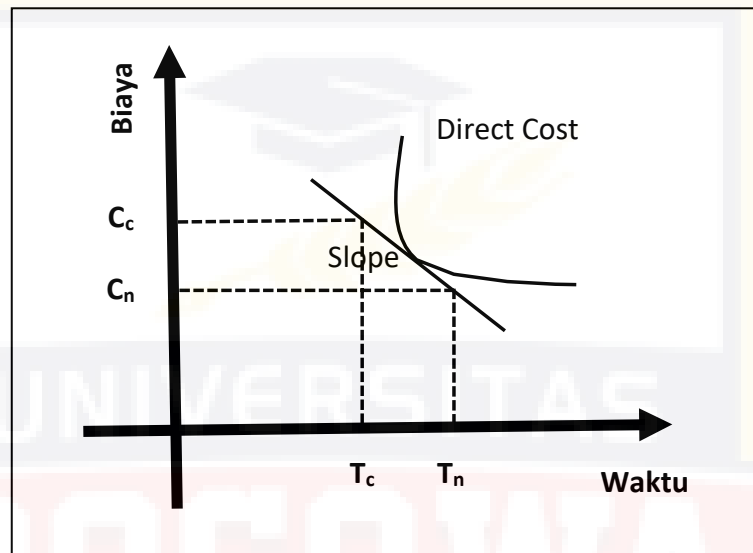
c = ruang untuk menunjukkan waktu paling lambat terjadinya *event* (L) dan kegiatan yang merupakan hasil perhitungan mundur.

2.2.4 Project Crashing

Project crashing dilakukan agar pekerjaan selesai dengan pertukaran silang waktu dan biaya dengan menambah jumlah *shift* kerja, jumlah jam kerja, Jumlah tenaga kerja, jumlah ketersediaan bahan, serta memakai peralatan yang lebih produktif dan metode instalasi yang lebih cepat sebagai komponen biaya *direct cost*. *Project Crashing* atau *Crash Program* dilakukan dengan cara perbaikan jadwal *Network Planning* yang berada pada lintasan kritis (Husein, 2011).

Konsekuensi *Project Crashing* adalah meningkatkan biaya langsung (*Direct Cost*) Disini sumber daya yang berada pada lintasan yang tidak kritis dapat dioptimalkan dengan memindahkan ke lintasan kritis. Pemindahan

sumber dayanya dibatasi pada titik jenuh, sehingga proses ini dapat memberikan hasil yang efektif.



Gambar 2.2 Hubungan waktu dan biaya dengan *Direct Cost*.

Dimana : t_n : *Normal Time* t_c : *Crash Time*

C_n : *Normal Cost* C_c : *Crash Cost*

Bila waktu penyelesaian proyek lebih lama dari waktu normal dimana $t > t_n$, maka proyek akan terlambat, berarti biaya akan bertambah dan penggunaan sumber daya menjadi tidak efektif. Bila waktu penyelesaian kurang dari waktu normal dimana $t < t_n$, maka biaya juga akan meningkat karena jumlah sumber daya juga ditambah sesuai kebutuhan. Untuk mendapatkan keadaan demikian dilakukan *Project Crashing* terhadap kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Untuk memperbaiki jadwal jaringan kerja di lintasan kritis digunakan *Cost Slope* terkecil dengan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Cosh Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Time} - \text{Crash Time}}$$

Dimana :

Crash Cost = Biaya setelah percepatan

Normal Cost = Biaya Normal

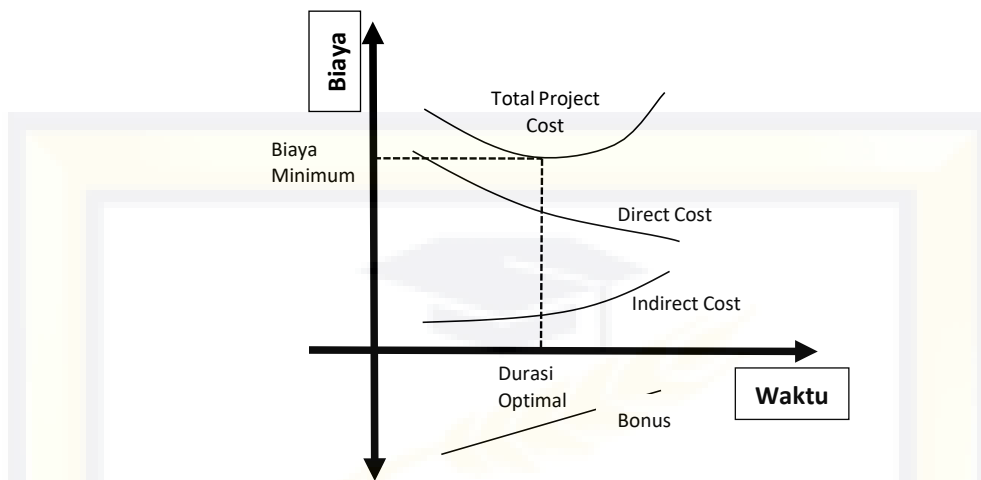
Normal Time = Durasi Normal

Crash Time = Durasi setelah percepatan

2.2.5 Least Cost Analysis (LCA)

Least Cost Analysis adalah suatu analisa untuk memperoleh durasi proyek yang optimal, yaitu durasi dengan biaya total proyek yang minimal. Pada analisis ini, bila durasi proyek dipersingkat biasanya *Direct Cost* akan naik dan *Indirect Cost* akan turun. Sering pula diperhitungkan dengan adanya bonus bila hal ini dapat mempersingkat waktu dan penyelesaian proyek, sebagai penghargaan dari pemilik proyek (Husein, 2011).

Dalam melakukan perbaikan jadwal dengan menggunakan metode ini, tambahan biaya sebagai pertukaran antara biaya dengan waktu dipercepat adalah biaya totalnya. Seperti diuraikan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.3 Total *Project Cost*

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa total proyek adalah $Direct\ Cost + Indirect\ Cost - Bonus$, dimana nilai yang diambil adalah nilai total proyek yang lebih singkat didapat sebagai hasil dari proses *Least Cost Analysis*.

Dalam proses ini dapat ditunjukkan bahwa *Direct Cost* akan cenderung naik seiring dengan berkurangnya durasi proyek, sebaliknya *Indirect Cost* akan cenderung menurun dengan berkurangnya durasi proyek. Pengertian *Direct Cost* dan *Indirect Cost* sebagai berikut :

1. Biaya langsung (*Direct Cost*) adalah biaya yang berhubungan dengan konstruksi atau bangunan diantaranya ialah :
 - a. Biaya untuk bahan dan material
 - b. Biaya untuk upah buruh atau labor
 - c. Biaya untuk penggunaan peralatan

2. Biaya tak langsung (*Indirect Cost*) adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi atau bangunan tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, diantaranya adalah:

a. Biaya *Overhead* proyek (dilapangan) yang terdiri dari:

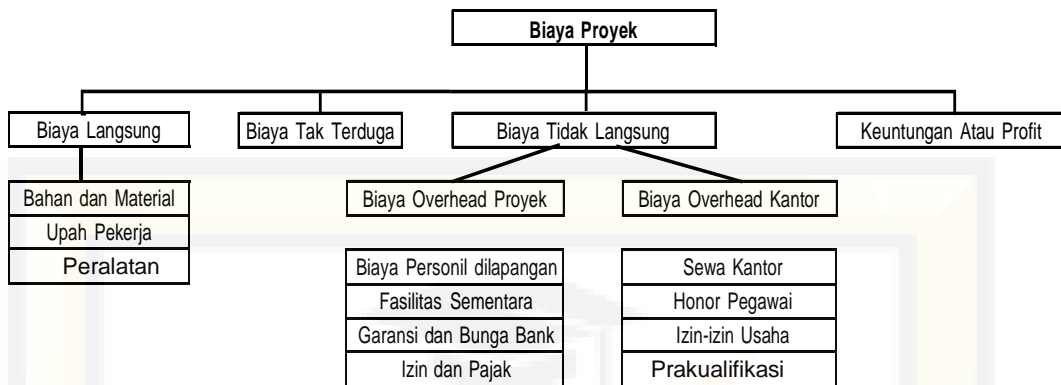
- 1) Biaya personil dilapangan
- 2) Fasilitas sementara proyek seperti biaya untuk pembuatan gudang kantor, penerangan, pagar, komunikasi, transportasi
- 3) Garansi bank, bunga bank, izin bangunan, dan pajak
- 4) Peralatan kecil yang umumnya habis atau terbuang setelah proyek selesai
- 5) Foto-foto dan gambar jadi (*as build drawing*)
- 6) Kualitas control seperti tes tekan kubus atau silinder, sondir, dan boring

b. Biaya *overhead* kantor adalah biaya untuk menjalankan usaha, termasuk didalamnya seperti sewa kantor dan fasilitasnya, honor pegawai, izin-izin usaha, prakualifikasi, referensi bank.

3. Biaya tak terduga adalah salah satu biaya tak langsung yaitu biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin terjadi atau mungkin tidak. Misalnya naiknya muka air tanah, banjir, longsornya tanah dan sebagainya.

4. Keuntungan atau profit.

Bonus biasanya akan diberikan pemilik proyek sebagai penghargaan atas pelaksanaan proyek yang lebih cepat kepada pengelola proyek dengan besaran yang terus membesar bila proyek dipercepat.



Gambar 2.4 Struktur Biaya Proyek

Sebagai kesimpulannya, untuk mempercepat durasi proyek dengan *Project Crashing* dibutuhkan tabahan biaya sebagai penggantinya, dengan langkah pertama melakukan tambahan biaya langsung (*Direct Cost*) dengan perbaikan jadwal pada lintasan kritis, setelah itu langkah kedua adalah melakukan *Least Cost Analysis* dengan perhitungan biaya total proyek juga dengan perbaikan jadwal pada lintasan kritisnya. Adapun rumus total biaya proyek dengan metode *Least Cost Analysis* sebagai berikut:

$$Direct\ Cost + Indirect\ Cost - Bonus$$

Dimana :

Direct Cost = Biaya Langsung

Indirect Cost = Biaya Tidak Langsung

Bonus = Bonus

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

3.1.1 Data Umum proyek

Data umum dari Proyek Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare paket 407 (STA 32+600 – STA 36+600) ini adalah sebagai berikut :

Pekerjaan : Pembangunan Jalur KA Lintas
Makassar – Parepare Km 32+600

s/d Km 36+600 Antara Maros-Barru

(bungan Republik Indonesia

Kontraktor Pelaksana : PT. Thamrin Citra Mulia – PT. Tuju
Wali-Wali, KSO.

Nomor Kontrak : CT.407/SP/TSR/IX/2019

Anggaran : Rp 77.796.788.000,00

Waktu pelaksanaan : 690 Hari

Untuk rincian Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Kurva - S dapat dilihat pada Lampiran.

3.1.2 Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan yang ada pada Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare Paket 407 (STA 32+600 – STA 36+600 Pangkep-Barru) dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Uraian Pekerjaan Jembatan Pada Kondisi Normal

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE
I.	UMUM	
1	Pengukuran, Pasang Patok Profil Track	I.1
2	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	I.2
3	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	I.5
4	Akses Road	I.8
5	Pembuatan Papan Nama Proyek	I.3
6	Penerangan Lengkap Peralatan Direksi	I.4
7	Peralatan K3 dan Papan K3	I.10
8	Pemindahan Utilitas SUTM	I.13
9	Pemindahan Utilitas PDAM	I.14
10	Jembatan Sementara	I.9
11	Dokumentasi	I.11
12	Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan	I.7
13	Dewatering	I.12
14	Gambar Shop Drawing dan As Build Drawing	I.6
II.	PEKERJAAN SIPIL	
II.1	Pekerjaan Badan Jalan KA	
1	Sondir	II.1.1
2	Cleaning & Grubing	II.1.2
3	Dolken	II.1.3
4	Sesek Bambu	II.1.4
5	Geotextile	II.1.5
6	Sub Ballast	II.1.7
7	Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pematatan	II.1.6
8	Gebalan Rumput	II.1.8
9	Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test	II.1.9
10	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	II.1.10
11	Pemasangan Pagar Panel	II.1.11
12	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	II.1.12
II.2	Pekerjaan Retaining Wall	
1	Galian Tanah Biasa	II.2.1

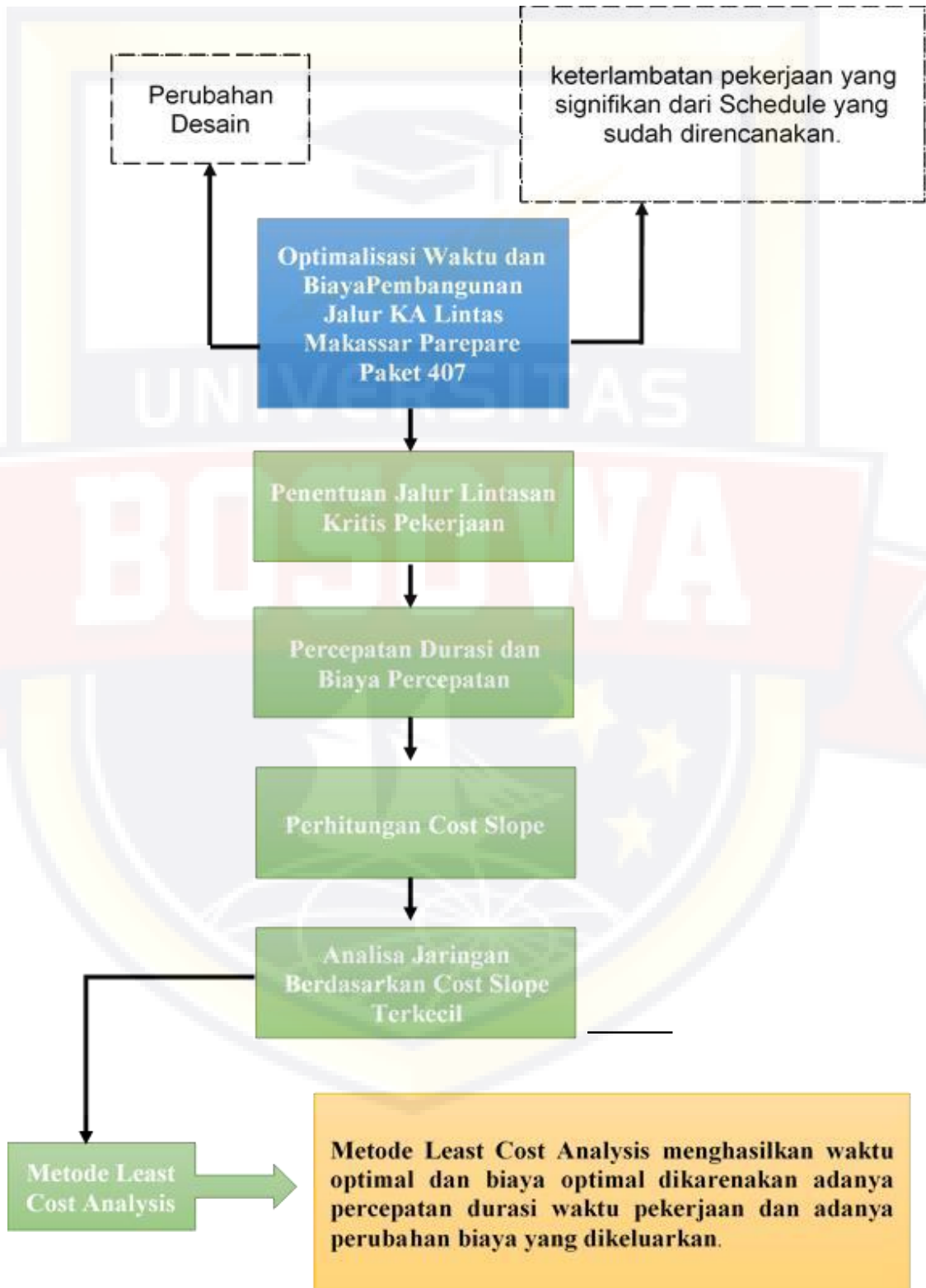
NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE
2	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	II.2.2
3	Pasir Urug	II.2.3
4	Lantai Kerja K-175	II.2.4
5	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	II.2.5
6	Pembesian	II.2.6
7	Bekisting	II.2.7
III.	PEKERJAAN TRACK	
1	Pengadaan Balas Kricak	III.1
2	Mengerjakan Balas Kricak	III.2
3	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	III.4
4	Pemasangan Track	III.8
5	Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi	III.3
6	Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60 dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi	III.5
7	Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan	III.6
8	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	III.7
9	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)	III.9
10	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)	III.10
IV.	PEKERJAAN JEMBATAN	
IV.1	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m'	
IV.1.1	Bangunan Bawah	
1	Penyelidikan Tanah	IV.1.1.20
2	Bore Pile dia 0.8 m'	IV.1.1.5
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	IV.1.1.2
4	PDA Test	IV.1.1.18
5	PIT Test	IV.1.1.19
6	Galian Tanah	IV.1.1.1
7	Chiping Pile	IV.1.1.6
8	Pasir Urug	IV.1.1.7

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE
9	Lantai Kerja Pile Cap K-175	IV.1.1.8
10	Pembesian Abutment	IV.1.1.11
11	Bekisting Abutment	IV.1..1.10
12	Cor Beton Abutment K-350	IV.1.1.9
13	Cor Beton Pilar K-350	IV.1.1.12
14	Bekisting Pilar	IV.1.1.13
15	Pembesian Pilar	IV.1.1.14
16	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	IV.1.1.3
17	Common Backfill	IV.1.1.4
18	Lantai Kerja Plat Injak K-175	IV.1.1.15
19	Pembesian Plat Injak	IV.1.1.17
20	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.1.1.16
IV.1.2	Bangunan Atas	
1	I Girder L= 30 m'	IV.1.2.1
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	IV.1.2.2
3	Diafragma Bentang L= 30m'	IV.1.2.3
4	Plat Deck	IV.1.2.4
5	Plat Lantai K-250	IV.1.2.5
6	Bekisting Plat Lantai	IV.1.2.6
7	Besi Plat Lantai	IV.1.2.7
8	Expansion Joint	IV.1.2.8
9	Railing Beton K-250	IV.1.2.9
10	Bekisting Railing Beton	IV.1.2.10
11	Besi Railing Beton	IV.1.2.11
12	Railing Besi	IV.1.2.12
13	Cor Beton Tutup Saluran	IV.1.2.13
14	Pipa Drainase Ø200 mm	IV.1.2.14
IV.2	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m'	
IV.2.1	Bangunan Bawah	
1	Penyelidikan Tanah	IV.2.1.17
2	Bore Pile dia 0.8 m'	IV.2.1.5
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	IV.2.1.2
4	PDA Test	IV.2.1.15
5	PIT Test	IV.2.1.16
6	Galian Tanah	IV.2.1.1

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE
7	Chiping Pile	IV.2.1.6
8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	IV.2.1.8
9	Pasir Urug	IV.2.1.7
10	Cor Beton Abutment K-350	IV.2.1.9
11	Bekisting Abutment	IV.2.1.10
12	Pembesian Abutment	IV.2.1.11
13	Common Backfill	IV.2.1.4
14	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	IV.2.1.3
15	Lantai Kerja Plat Injak K-175	IV.2.1.12
16	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.2.1.13
17	Pembesian Plat Injak	IV.2.1.14
IV.2.2	Bangunan Atas	
1	I Girder L= 40 m'	IV.2.2.1
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	IV.2.2.2
3	Diafragma Bentang L= 40m'	IV.2.2.3
4	Plat Deck	IV.2.2.4
5	Plat Lantai K-250	IV.2.2.5
6	Bekisting Plat Lantai	IV.2.2.6
7	Besi Plat Lantai	IV.2.2.7
8	Expantion Joint	IV.2.2.8
9	Railing Beton K-250	IV.2.2.9
10	Bekisting Railing Beton	IV.2.2.10
11	Besi Railing Beton	IV.2.2.11
12	Railing Besi	IV.2.2.12
13	Cor Beton Tutup Saluran	IV.2.2.13
14	Pipa Drainase Ø200 mm	IV.2.2.14
V.	PEKERJAAN BOX CULVERT	
V1.	Underpass	
1	Underpass 5 x 4.2	V.1.1
V2.	Saluran Penyeimbang	
1	Box Penyeimbang 2 x 2	V.2.1

3.2 Kerangka Fikir Penelitian

Adapun Kerangka Fikir dalam Penelitian ini adalah :



Uraian Kerangka Fikir Penelitian

1. Kondisi Awal

Penelitian ini dibuat untuk mengoptimalkan waktu dan biaya pada pembangunan jalur KA lintas Makassar-Parepare dimana ditemukan permasalahan berupa keterlambatan pekerjaan yang signifikan dari Schedule yang sudah direncanakan oleh Project Manager, selaku pihak yang bertanggung jawab pada proyek. Ada sebagian aspek yang berlangsung seperti buruknya manajemen yang diterapkan oleh kontraktor, aspek alam, adanya perubahan desain, cuaca tidak menentu, serta factor faktor pemicu yang lain. Tipe faktor pemicu keterlambatan pekerjaan dipengaruhi oleh letak dimana proyek tersebut dilaksanakan, sebab berhubungan langsung dengan akses, ketersediaan material, serta keadaan geografis dari letak proyek.

2. Tindakan

Berdasarkan Permasalahan yang terjadi pada kondisi awal, maka dilakukan pengoptimalan waktu dan biaya menggunakan metode least cost analysis dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Penentuan jalur lintasan kritis pekerjaan
- b. Percepatan durasi dan penambahan biaya
- c. Perhitungan cost slope
- d. Analisa jaringan kerja berdasarkan cost slope terkecil
- e. Penentuan waktu dan biaya optimal berdasarkan perubahan durasi dan biaya.

3. Kondisi Akhir

Setelah dilakukan pengoptimalan waktu dan biaya menggunakan metode *least cost analysis*, maka didapatkan waktu yang optimal dan biaya optimal dikarenakan adanya percepatan dan perubahan biaya yang dikeluarkan.

3.3 Model Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif, untuk mendapatkan informasi dan data yang lengkap mengenai analisis biaya dan waktu menggunakan metode *least cost analysis*, maka peneliti mencoba menggunakan pendekatan kuantitatif.

Menurut sugiyono (2018:35-36) metode kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivism, digunakan untuk meneliti populasi dan sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis dan bersifat kuantitatif/statistic, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang telah dikemukakan diatas, maka penelitian ini berusaha untuk mendapatkan informasi yang lengkap dan dalam mengoptimisasi biaya dan waktu dengan menggunakan metode *Least Cost Analysis* pada pelaksanaan Pembangunan jalur KA lintas Makassar-Parepare KM 32+600 S/D 36+600 antara Maros-Barru (MYC 2018-2020),

Menurut Husein (2011) pengertian *Least Cost Analysis* adalah adalah suatu analisa untuk memperoleh durasi proyek yang optimal,yaitu durasi dengan biaya total proyek yang minimal. Pada analisis ini, bila durasi proyek dipersingkat biasanya *Direct Cost* akan naik dan *Indirect Cost* akan turun. Sering pula diperhitungkan dengan adanya bonus bila hal ini dapat mempersingkat waktu dan penyelesaian proyek, sebagai penghargaan dari pemilik proyek.

3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel-variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel Waktu

Data yang mempengaruhi variabel waktu dapat diperoleh dari kontraktor pelaksana atau dari konsultan pengawas.Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah :

a. Data *cumulative progress* (kurva-S), meliputi :

- 1) Jenis kegiatan
- 2) *Prosentase* kegiatan
- 3) Durasi kegiatan

b. Rekapitulasi perhitungan biaya proyek.

2. Variabel biaya

Semua data-data yang mempengaruhi variabel biaya diperoleh dari kontraktor pelaksana. Data-data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

1. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) penawaran, meliputi :
 - a) Jumlah biaya normal
 - b) Durasi normal
 - c). Daftar-daftar harga bahan dan upah.
2. Gambar rencana proyek.

Data yang digunakan berupa data sekunder dan data primer berupa hasil analisis dengan *Microsoft Project*. Data tersebut meliputi:

1. Daftar bahan dan upah tenaga kerja.
2. Rencana anggaran biaya
3. *Time Schedule (Kurva-S)*.
4. Estimasi waktu dalam program *Microsoft Project*
5. Data biaya normal.

3.3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini penulis melakukan beberapa tahap pelaksanaan, adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Tahapan persiapan

Tahapan persiapan merupakan langkah utama yang dilakukan yaitu mempersiapkan gambaran tentang skripsi yang akan dilakukan serta memilih masalah yang pantas untuk diteliti kemudian mencari tempat atau lokasi penelitian yang akan dilakukan.

b. Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk penelitian. Diantaranya data sekunder dari kontraktor pelaksana, yaitu rancangan anggaran biaya (RAB), data daftar harga satuan upah dan bahan, *time schedule*, dan gambar proyek.

c. Analisis Data

Pada tahap ini yang menggunakan teknik pengumpulan data yang didapat dari pihak kontraktor pelaksana. Dimana pada tahapan ini menggunakan metode CPM untuk menentukan jaringan kerja dan mendapatkan lintasan kritis, *Project Crashing* atau *Crash Program* dengan pertukaran waktu dan biaya berdasarkan penambahan jam kerja (kerja lembur) untuk mendapatkan beberapa beberapa durasi dan biaya setiap kegiatan-kegiatan yang di *Crash* dengan jaringan kerja CPM berdasarkan *Cost Slope* terkecil sampai percepatan mencapai batas waktu yang optimal.

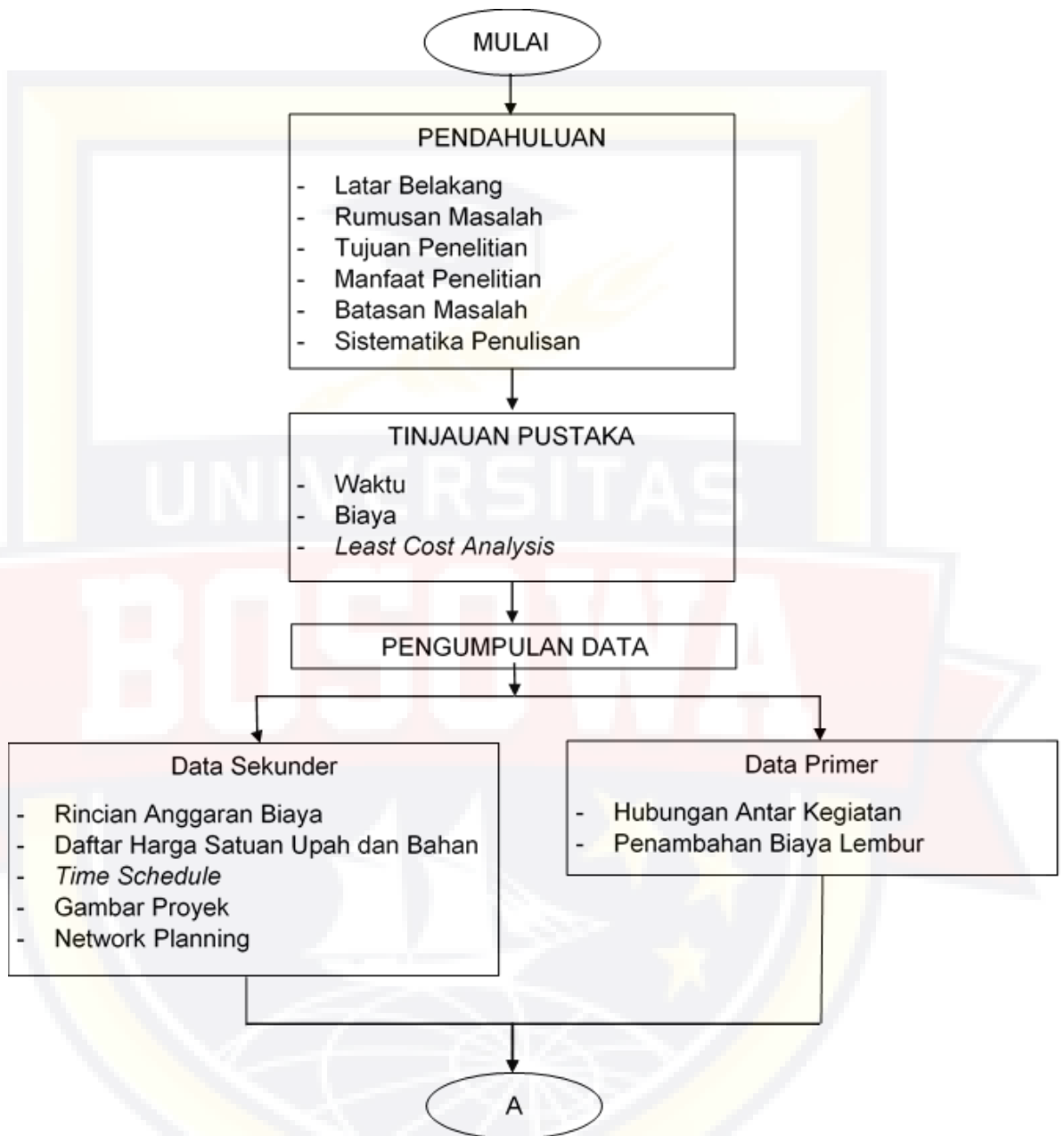
d. Hasil dan Pembahasan

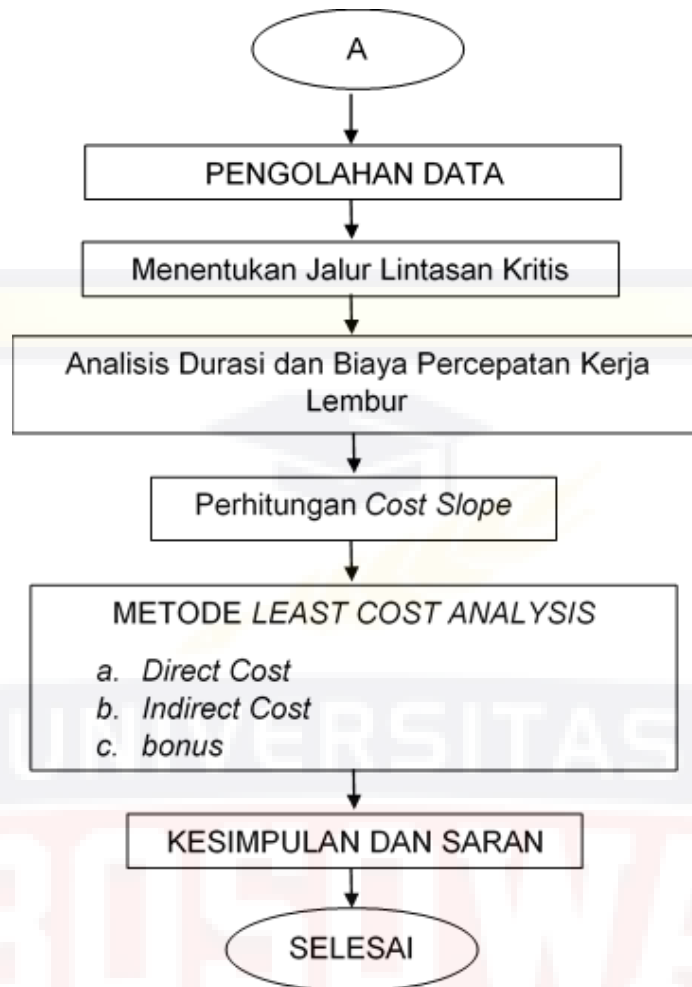
Dalam pembahasan ini didapat hasil analisa data yang diperlukan. Hasil analisa data yang telah diolah tersebut dijabarkan dalam bentuk table dan grafik, serta dilakukan pembahasan dengan memberikan penjelasan terhadap langkah-langkah dalam menganalisa data.

e. Kesimpulan dan Saran

Setelah data dianalisis dan dibahas kemudian dapat dihasilkan kesimpulan dan saran yang merupakan hasil akhir dari sebuah penelitian tugas akhir, dan menjadi perbandingan kebijakan bagi peneliti. Dan mempunyai saran yang sifatnya pendukung untuk penelitian ini.

3.4 Bagan Alur Penelitian





3.5 Tahapan Pekerjaan Pembangunan Rel Ka

3.5.1 Penjelasan Umum

Pelaksanaan pekerjaan dilapangan dilakukan sepenuhnya oleh kontraktor pelaksana yang telah ditunjuk dan diawasi langsung konsultan pengawas dan Kementerian Perhubungan. Pelaksanaan pekerjaan dilakukan berdasarkan atas gambar-gambar kerja dan spesifikasi tehnik umum dan khusus yang telah tercantum dalam dokumen kontrak, rencana kerja & syarat-syarat (RKS) dan mengikuti perintah atau petunjuk dari konsultan.

3.5.2 Mobilisasi dan Demobilisasi

Kegiatan mobilisasi adalah pengadaan alat kerja, termasuk alat berat. Pekerjaan ini dimulai dari transportasi dari tempat dimana alat

kerja tersebut disimpan sampai ke lokasi pekerjaan dan instalasi alat sehingga siap untuk digunakan.

Sedangkan demobilisasi adalah pekerjaan kebalikannya sampai kembali pada tempat dimana semula alat tersebut disimpan. Alat kerja tersebut dapat merupakan alat kerja yang disewa atau yang dimiliki sendiri. Selain alat kerja, yang termasuk dalam kegiatan mobilisasi dan demobilisasi adalah pengadaan tenaga kerja, mulai dari buruh kasar, mandor, sampai manajer pelaksana.

3.5.3 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan dilaksanakan sebelum pekerjaan fisik dimulai. Adapun pekerjaan-pekerjaan yang dilaksanakan dalam pekerjaan persiapan tersebut, yaitu :

a. Pemeriksaan Patok

Salah satu pekerjaan persiapan yang penting adalah pemeriksaan patok. Umumnya pekerjaan pematokan telah dilaksanakan sebelum kontrak pekerjaan dibuat karena termasuk dalam bagian kegiatan perancangan jalan. Patok-patok ini diperlukan sebagai acuan garis jalan dan kemiringan sesuai dengan gambar rencana. Jika patok-patok tersebut tidak ada, maka dengan mengacu pada gambar rencana disusun kembali patok-patok yang diperlukan.

b. Pengadaan direksi keet

Untuk pengadaan direksi keet ini pihak kontraktor pelaksana membuatnya disekitar lokasi proyek. Direksi keet ini berfungsi untuk tempat beristirahat para pekerja dan penyimpanan material serta peralatan pekerjaan.

c. Penyiapan badan jalan

Pekerjaan ini meliputi pembersihan lokasi, penutupan jalan dan lainnya. Sehingga pelaksanaan proyek ini berjalan dengan lancar.

3.5.4 Pekerjaan Tanah Dasar

Tanah dasar harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Tanah dasar harus mampu memikul lapis dasar (*subgrade*) dan bebas dari masalah penurunan (*settlement*). Jika terdapat lapisan tanah lunak berbutir halus alluvial dengan nilai N-SPT ≤ 4 , maka harus tidak boleh termasuk dalam lapisan 3 m diukur dari permukaan formasi jalan pada kondisi apapun. Permukaan tanah dasar harus mempunyai kemiringan ke arah luar badan jalan sebesar 5%.
2. Daya dukung tanah dasar yang ditentukan dengan metoda tertentu, seperti ASTM D 1196 (Uji beban plat dengan menggunakan plat dukung berdiameter 30 cm) harus tidak boleh kurang dari 70 MN/m² pada permukaan tanah pondasi daerah galian. Apabila nilai K₃₀ kurang dari 70 MN/m², maka tanah pondasi harus diperbaiki dengan metode yang sesuai.

Tanah dasar yang dibentuk dari timbunan harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Tanah yang digunakan tidak boleh mengandung material bahan-bahan organik, gambut dan tanah mengembang.
2. Kepadatan tanah timbunan harus tidak boleh kurang dari 95% kepadatan kering maksimum dan memberikan sekurang-kurangnya.

Persiapan tanah dasar mencakup pekerjaan-pekerjaan :

1. Pembersihan (*Clearing and Grubbing*)
2. Pengelupasan Lapisan Tanah Atas (*Top Soil Stripping*)

3. Pembokaran Bangunan (*Demolition*)
4. Penggalian (*Excavation*)
5. Penimbunan (*Embankment/Fill*)

Clearing and Grubbing mencakup pembersihan segala macam tumbuh-tumbuhan, pohon-pohon, semak-semak, tanaman lain, sampah-sampah, dan material-material lain yang mengganggu dan termasuk pencabutan akar-akar, sisa konstruksi dan sisa-sisa material dari pekerjaan *Demolition*. *Top soil stripping* mencakup pembuangan tanah humus atau tanah subur yang digunakan untuk bercocok tanam.

Peralatan yang umum digunakan untuk pekerjaan *clearing and grubbing, stripping, dan demolition* adalah Bulldozer dengan dibantu oleh Chainsaw untuk menebang pohon-pohon besar. Dump truck sebagai pengangkut dan Loader untuk memuatkan material ke truk.

3.5.5 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian adalah pekerjaan pemotongan tanah dengan tujuan untuk memperoleh bentuk serta elevasi permukaan sesuai dengan gambar yang telah direncanakan. Adapun prosedur pekerjaan dari pekerjaan galian, yaitu :

- a. Lokasi yang akan dipotong (*cutting*) haruslah terlebih dahulu dilakukan pekerjaan *clearing and grubbing* yang bertujuan untuk membersihkan lokasi dari akar-akar pohon dan batu-batuan dengan menggunakan ekskavator. Setelah lahan dibersihkan kemudian dilakukan pekerjaan perataan tanah dengan menggunakan alat buldozer.

- b. Untuk mengetahui elevasi jalan rencana, surveyor harus melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur (theodolit). Apabila elevasi tanah tidak sesuai maka tanah dipotong kembali dengan menggunakan alat berat (motor grader), sampai elevasi yang diinginkan.



Gambar 3.2 *Motor Grader*

- c. Memadatkan tanah yang telah digali dengan menggunakan Tandem Roller.



Gambar 3.3 *Pemadatan Dengan Tandem Roller*

- d. Melakukan pengujian kepadatan tanah dengan tes kepadatan (Uji Density Sand Cone test) di lapangan.

Pekerjaan galian dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian :

1. Galian Biasa (Common Excavation)

Dalam pekerjaan ini dilakukan penggalian untuk menghilangkan atau membuang material yang tidak dapat dipakai sebagai struktur jalan, yang dilakukan menggunakan excavator untuk memotong bagian ruas jalan sesuai dengan gambar rencana, sedangkan pengangkutan dilakukan dengan menggunakan dump truck.

2. Galian Batuan / Padas

Pekerjaan galian batu (padas) mencakup galian bongkahan batu dengan volume 1 meter kubik atau lebih. Pada pekerjaan galian batu ini biasa dilakukan dengan menggunakan alat bertekanan udara (pemboran) dan peledakan.

3. Galian Struktur

Pada pekerjaan galian struktur ini mencakup galian pada segala jenis tanah dalam batas pekerjaan yang disebut atau ditunjukkan dalam gambar untuk struktur. Pekerjaan galian ini hanya terbatas untuk galian lantai pondasi jembatan.

3.5.6 Pekerjaan Timbunan dan Pematatan

Sebelum pekerjaan galian maupun timbunan harus didahului dengan pekerjaan clearing dan grubbing, maksudnya adalah agar lokasi yang akan dikerjakan tidak mengandung bahan organik dan benda-benda yang mengganggu proses pematatan. Timbunan dilaksanakan.

Lapis demi lapis dengan ketebalan tertentu dan dilakukan proses pemadatan.

Proses penimbunan dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

1. Timbunan Biasa

Pada timbunan biasa ini material atau tanah yang biasa digunakan berasal dari hasil galian badan jalan yang telah memenuhi syarat.

2. Timbunan Pilihan

Pada pekerjaan timbunan ini tanah yang digunakan berasal dari luar yang biasa disebut borrowpitt. Tanah ini digunakan apabila nilai CBR tanah dari timbunan kurang dari 6%.

Adapun langkah kerja dari proses pemadatan tanah, yaitu :

1. Mengangkut material dari quarry menuju lokasi dengan menggunakan Dump Truck.



Gambar 3.4 *Pengangkutan Material Timbunan Dengan Dump Truck*

2. Menumpahkan material pada lokasi tempat dimana akan dilaksanakan pekerjaan penimbunan.

3. Meratakan material menggunakan Motor Grader sampai ketebalan yang direncanakan. Sebagai panduan operator Grader dan vibro maka dipasang patok tiap jarak 25 m yang ditandai sesuai dengan tinggi hamparan.

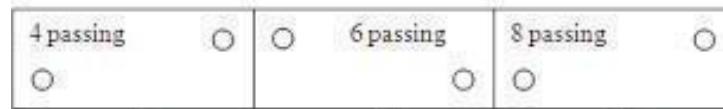


Gambar 3.5 *Perataan Timbunan Dengan Motor Grader*

4. Memadatkan tanah dengan menggunakan Vibrator Roller yang dimulai sepanjang tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu jalan dalam keadaan memanjang, sedangkan pada tikungan (alinyemen horizontal) harus dimulai pada bagian yang rendah dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah yang tinggi, pemadatan tersebut dipadatkan dengan 6 pasing (12 x lintasan) hingga didapatkan tebal padat 20 cm hingga didapat elevasi top subgrade yang sesuai dengan rencana.

Pengujian Kepadatan Tanah Sand Cone

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kepadatan dan kadar air dilapangan. Juga bisa sebagai perbandingan pekerjaan yang akan dilaksanakan dilapangan dengan perencanaan pekerjaan.



Gambar 3.6 Titik Pengambilan Sampel

3.5.7 Pekerjaan Lapis Dasar (Subgrade)

Lapis tanah dasar harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Material lapis dasar tidak boleh mengandung material organik, gambut dan tanah mengembang;
2. Material lapis dasar (*subgrade*) harus tidak boleh kurang dari 95% kepadatan kering maksimum dan memberikan sekurang-kurangnya nilai CBR 8% pada uji dalam kondisi terendam (*soaked*).
3. Lapis dasar haruslah terdiri dari lapisan tanah yang seragam dan memiliki cukup daya dukung. Kekuatan CBR material lapis dasar haruslah tidak kurang dari 8% pada contoh tanah yang telah dipadatkan hingga 95% dari berat isi kering maksimum.
4. Lapis dasar harus mampu menopang jalan rel dengan aman dan memberi kecukupan dalam elastisitas pada rel. Lapis dasar juga harus mampu menghindari tanah pondasi dari pengaruh akibat cuaca. Bagian terbawah dari pondasi ini memiliki jarak minimum 0,75 m di atas muka air tanah tertinggi.
5. Ketebalan minimum lapis dasar haruslah 30 cm untuk mencegah terjadinya *mud pumping* akibat terjadinya perubahan pada tanah isian atau tanah pondasi. Lebar lapis dasar haruslah sama dengan lebar badan jalan. Dan lapis dasar juga harus memiliki kemiringan sebesar 5% ke arah bagian luar.

Cara pelaksanaan :

1. Persiapan tanah dasar harus sudah selesai dikerjakan, artinya tanah dasar harus sudah dibentuk dan dipadatkan sesuai dengan persyaratan dan sudah siap untuk perletakan lapisan lapis dasar (subgrade)
2. Material lapis dasar (subgrade) yang akan dipadatkan harus diperiksa kadar airnya. Bila kadar air material tersebut lebih kecil/besar dari kadar air optimal, maka material tersebut harus dikeringkan/ditambahkan kadar airnya. Sebelum dipadatkan kadar air dari material harus merata dengan diaduk terlebih dahulu dengan grader.
3. Setelah kadar air mencukupi, hamparan agregat dibentuk dengan baik menggunakan grader dan langsung dipadatkan dengan alat pemadat yang sesuai, seperti three wheel, tandem, pneumatic tired roller, dan alat sejenisnya yang sesuai. Tiap lapisan harus dipadatkan minimal 100% kepadatan maksimum.
4. Pelaksanaan penggilasan harus dimulai dari kedua sisi luar badan jalan menuju ketengah, sejajar as jalan, kecuali pada tikungan, pemadatan harus dimulai dari tepi yang terendah sejajar as jalan menuju ke bagian yang lebih tinggi.

3.5.8 Pekerjaan Sub-balas

Lapisan sub-balas berfungsi sebagai lapisan penyaring (filter) antara lapis dasar (subgrade) dan lapisan balas dan harus dapat mengalirkan air dengan baik. Tebal minimum lapisan balas bawah adalah

15 cm. Lapisan sub-balas terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar yang memenuhi syarat sebagai berikut :

Standar Saringan ASTM	Presentase Lolos (%)
2 ½"	100
¾"	55 – 100
No. 4	25–95
No. 40	5 – 35
No. 200	0-10

Tabel 3.2 Persentase Lolos Saringan Agrerat Lapisan Sub Balas

Sub-balas harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Material sub-balas dapat berupa campuran kerikil (*gravel*) atau kumpulan agregat pecah dan pasir;
2. Material sub-balas tidak boleh memiliki kandungan material organik lebih dari 5%;
3. Untuk material sub-balas yang merupakan kumpulan agregat pecah dan pasir, maka harus mengandung sekurang-kurangnya 30% agregat pecah;
4. Lapisan sub-balas harus dipadatkan sampai mencapai 100% menurut percobaan ASTM D 698.

Cara pelaksanaan :

1. Persiapan lapis dasar (subgrade) harus sudah selesai dikerjakan, artinya lapis dasar harus sudah dibentuk dan dipadatkan sesuai dengan persyaratan dan sudah siap untuk perletakan lapisan sub-balas.
2. Material sub-balas yang akan dipadatkan harus diperiksa kadar airnya. Bila kadar air material tersebut lebih kecil/besar dari kadar air optimal, maka material tersebut harus dikeringkan/ditambahkan kadar airnya. Sebelum dipadatkan kadar air dari material harus merata dengan diaduk terlebih dahulu dengan grader.
3. Setelah kadar air mencukupi, hamparan agregat dibentuk dengan baik menggunakan grader dan langsung dipadatkan dengan alat pemadat yang sesuai, seperti three wheel, tandem, pneumatic tired roller, dan alat sejenisnya yang sesuai. Tiap lapisan harus dipadatkan minimal 100% kepadatan maksimum.
4. Pelaksanaan penggilasan harus dimulai dari kedua sisi luar badan jalan menuju ketengah, sejajar as jalan, kecuali pada tikungan, pemadatan harus dimulai dari tepi yang terendah sejajar as jalan menuju ke bagian yang lebih tinggi.

3.5.9 Pekerjaan Balas

Fungsi utama balas adalah untuk meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ke lapis dasar, mengokohkan kedudukan bantalan dan meluluskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar

bantalan dan rel. Kemiringan lereng lapisan balas atas tidak boleh lebih curam dari 1 : 2. Bahan balas atas dihampar hingga mencapai sama dengan elevasi bantalan. Material pembentuk balas harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Balas harus terdiri dari batu pecah (25 – 60) mm dan memiliki kapasitas ketahanan yang baik, ketahanan gesek yang tinggi dan mudah dipadatkan;
2. Material balas harus bersudut banyak dan tajam;
3. Porositas maksimum 3%;
4. Kuat tekan rata-rata maksimum 1000 kg/cm²;
5. *Specific gravity* minimum 2,6;
6. Kandungan tanah, lumpur dan organik maksimum 0,5%;
7. Kandungan minyak maksimum 0,2%;
8. Keausan balas sesuai dengan *test Los Angeles* tidak boleh lebih dari 25%.

Cara pelaksanaan :

Balas ditaburkan dalam dua tahap.

1. Tahap pertama saat sebelum perakitan trek rel.

Bahan balas diangkut oleh kereta pengangkut ke lokasi pekerjaan, kemudian dituangkan di lokasi pekerjaan pada interval jarak tertentu dalam bentuk tumpukan-tumpukan bahan balas.



Gambar 3.7 *Tumpukan Material Balas*

Penyebaran dan pemadatan bahan balas dilakukan secara manual menggunakan sekop (shovel) atau menggunakan alat berat ekskavator. Balas ditaburkan diatas lapis dasar (subgrade) dan menjadi track bed bagi bantalan rel, agar bantalan tidak bersentuhan langsung dengan lapis dasar. Kerena akan membuat bantalan menjadi ambles akibat beban axle load.

2. Tahap kedua ketika trek rel selesai dirakit.

Penyebaran bahan balas dilakukan oleh kereta balas (*Ballast Distributing and Profiling Machine*). Mekanisme penyebarannya ialah sewaktu kereta balas berjalan dengan kecepatan tertentu bahan balas ke luar melalui pintu yang ada di lantai kereta balas dan disebarkan secara merata pada sepur yang dia bangun. Selain juga untuk menambah ketinggian lapisan balas hingga setinggi bantalan, mengisi rongga-rongga antar bantalan dan disekitar bantalan itu sendiri.



Gambar 3.8 *Pengisian Balas Pada Rongga Bantalan*



Gambar 3.9 *Ballast Distributing and Profiling Machine*

3.5.10 Pemasangan Bantalan

Bantalan berfungsi untuk meneruskan beban kereta api dan berat konstruksi jalan rel ke balas, mempertahankan lebar jalan rel dan stabilitas ke arah luar jalan rel. Untuk bantalan beton harus memenuhi persyaratan berikut :

1. Untuk lebar jalan rel 1067 mm dengan kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 500 kg/cm^2 , dan mutu baja prategang dengan tegangan putus (*tensile strength*) minimum sebesar 16.876 kg/cm^2 (1.655 MPa). Bantalan beton harus mampu memikul momen minimum

sebesar +1500 kg m pada bagian dudukan rel dan -930 kg m pada
Lebar maksimum : 260 mm

Dalam pemasangan bantalan untuk rel kereta api juga harus memperhatikan jarak dari setiap bantalan tersebut. Dengan memperhatikan jarak dari setiap bantalan tersebut maka akan mengurangi beban yang harus diterima oleh setiap bantalan rel. Bantalan rel dipasang melintang dari posisi rel pada jarak antar bantalan 60 cm.



Gambar 3.10 Pemasangan Bantalan

3.5.11 Pemasangan Rel

Batang rel terbuat dari besi ataupun baja bertekanan tinggi, dan juga mengandung karbon, mangan, dan silikon. Batang rel khusus dibuat agar dapat menahan beban berat (axle load) dari rangkaian KA yang berjalan di atasnya. Inilah komponen yang pertama kalinya menerima transfer beban dari rangkaian KA yang lewat. Tiap potongan (segmen) batang rel memiliki panjang 20-25 m. Rel harus memenuhi persyaratan berikut :

1. Minimum perpanjangan (*elongation*) 10%;
2. Kekuatan tarik (*tensile strength*) minimum 1175 N/mm²;
3. Kekerasan kepala rel tidak boleh kurang dari 320 BHN.

Cara pelaksanaan :

1. Rel yang akan dipasang dibawa ke lokasi proyek menggunakan truk trailer atau menggunakan kereta pengangkut barang.
2. Kemudian rel diangkat menggunakan ekskavator dan diletakkan diatas bantalan yang telah disusun.



Gambar 3.11 Pemasangan Rel

3.5.12 Pemasangan Penambat Elastis

Fungsi penambat elastis yaitu untuk mengaitkan batang rel dengan bantalan yang menjadi tumpuan batang rel tersebut, agar batang rel tetap menyatu pada bantalannya dan menjaga kelebaran trek. Penambat elastis dibuat untuk menghasilkan jalan KA yang berkualitas tinggi, yang biasanya digunakan pada jalan rel KA yang memiliki frekuensi dan axel load yang tinggi. Karena sifatnya yang elastis sehingga mampu mengabsorpsi getaran pada rel saat rangkaian KA melintas, oleh karena itu perjalanan KA menjadi lebih nyaman dan mengurangi resiko kerusakan pada rel maupun bantalannya. Selain itu penambat elastis juga dipakai pada rel yang disambungkan dengan las termit (Continuous Welded Rails), karena sambungan rel dilas sehingga tidak punya celah pemuaian.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Durasi dan Biaya Normal

Durasi Normal dapat diketahui berdasarkan *time schedule* sedangkan biaya normal dapat diketahui pada RAB (Rincian Anggaran Biaya). Untuk durasi dan biaya proyek berdasarkan setiap kegiatan pada pekerjaan pembangunan rel kereta api makassar-parepare paket 407 ditabulasikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Durasi dan Biaya Proyek

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BIAYA PROYEK (Rp)
I.	UMUM		
1	Pengukuran, Pasang Patok Profil Track	665	83,492,000.00
2	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	9	13,596,000.00
3	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	9	122,970,000.00
4	Akses Road	9	580,000,000.00
5	Pembuatan Papan Nama Proyek	2	2,173,200.00
6	Penerangan Lengkap Peralatan Direksi	2	25,000,000.00
7	Peralatan K3 dan Papan K3	2	66,000,000.00
8	Pemindahan Utilitas SUTM	4	52,000,000.00
9	Pemindahan Utilitas PDAM	4	52,000,000.00
10	Jembatan Sementara	56	1,152,608,960.00

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	BIAYA PROYEK (Rp)
11	Dokumentasi	345	13,500,000.00
12	Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan	345	165,600,000.00
13	Dewatering	224	68,568,500.00
14	Gambar Shop Drawing dan As Build Drawing	630	5,262,000.00
II.	PEKERJAAN SIPIL		
II.1	Pekerjaan Badan Jalan KA		
1	Sondir	21	145,600,000.00
2	Cleaning & Grubing	63	4,351,074,000.00
3	Dolken	126	405,000,000.00
4	Sesek Bambu	35	22,700,000.00
5	Geotextile	28	106,395,000.00
6	Sub Ballast	28	1,374,592,050.00
7	Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pemadatan	308	23,612,916,366.00
8	Gebalan Rumput	25	417,300,000.00
9	Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test	14	400,000,000.00
10	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	56	4,652,700,000.00
11	Pemasangan Pagar Panel	112	2,935,140,000.00
12	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	35	620,880,000.00
II.2	Pekerjaan Retaining Wall		
1	Galian Tanah Biasa	11	12,397,500.00

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	BIAYA PROYEK (hari)
2	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	4	10,150,000.00
3	Pasir Urug	4	1,501,500.00
4	Lantai Kerja K-175	7	12,114,200.00
5	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	7	154,140,485.00
6	Pembesian	7	99,595,287.00
7	Bekisting	7	104,526,200.00
III.	PEKERJAAN TRACK		
1	Pengadaan Balas Kricak	140	1,614,973,600.00
2	Mengerjakan Balas Kricak	23	355,502,800.00
3	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	23	186,037,200.00
4	Pemasangan Track	23	185,200,000.00
5	Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi	35	518,770,400.00
6	Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60 dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi	35	502,771,200.00
7	Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan	70	236,208,000.00
8	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	49	752,000,000.00
9	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)	21	483,600,000.00
10	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)	14	2,310,000,000.00

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	BIAYA PROYEK (hari)
IV.	PEKERJAAN JEMBATAN		
IV.1	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m'		
IV.1.1	Bangunan Bawah		
1	Penyelidikan Tanah	3	15,000,000.00
2	Bore Pile dia 0.8 m'	28	2,406,240,000.00
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	11	103,397,760.00
4	PDA Test	4	142,500,000.00
5	PIT Test	4	38,400,000.00
6	Galian Tanah	21	73,631,232.00
7	Chiping Pile	14	7,161,600.00
8	Pasir Urug	4	10,330,040.00
9	Lantai Kerja Pile Cap K-175	4	28,866,600.00
10	Pembesian Abutment	7	1,415,465,280.00
11	Bekisting Abutment	7	281,231,046.24
12	Cor Beton Abutment K-350	7	95,872,762.80
13	Cor Beton Pilar K-350	5	43,917,836.80
14	Bekisting Pilar	5	53,876,799.20
15	Pembesian Pilar	5	1,415,465,280.00
16	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	4	48,686,400.00
17	Common Backfill	4	377,087,744.00

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	BIAYA PROYEK (Rp)
18	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2	3,758,400.00
19	Pembesian Plat Injak	2	12,713,760.00
20	Cor Beton Plat Injak K-250	2	7,550,280.00
IV.1.2	Bangunan Atas		
1	I Girder L= 30 m'	14	3,034,352,000.00
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	7	18,144,000.00
3	Diafragma Bentang L= 30m'	7	132,600,000.00
4	Plat Deck	2	93,600,000.00
5	Plat Lantai K-250	2	65,016,300.00
6	Bekisting Plat Lantai	2	52,610,256.00
7	Besi Plat Lantai	2	31,831,488.00
8	Expansion Joint	2	4,340,000.00
9	Railing Beton K-250	2	20,134,080.00
10	Bekisting Railing Beton	2	157,830,768.00
11	Besi Railing Beton		19,588,608.00
12	Railing Besi	2	26,400,000.00
13	Cor Beton Tutup Saluran	2	4,714,200.00
14	Pipa Drainase Ø200 mm	2	5,497,800.00
IV.2	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m'		
IV.2.1	Bangunan Bawah		

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	BIAYA PROYEK (Rp)
1	Penyelidikan Tanah	4	10,000,000.00
2	Bore Pile dia 0.8 m'	35	1,604,160,000.00
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	14	103,397,760.00
4	PDA Test	4	95,000,000.00
5	PIT Test	4	25,600,000.00
6	Galian Tanah	21	74,142,560.00
7	Chiping Pile	14	4,774,400.00
8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	3.5	12,058,200.00
9	Pasir Urug	3.5	4,315,080.00
10	Cor Beton Abutment K-350	7	63,915,175.20
11	Bekisting Abutment	7	187,487,364.16
12	Pembesian Abutment	7	943,643,520.00
13	Common Backfill	4	170,149,056.00
14	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	4	83,010,312.00
15	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2	2,505,600.00
16	Cor Beton Plat Injak K-250		2,505,600.00
17	Pembesian Plat Injak	2	2,505,600.00
IV.2.2	Bangunan Atas		
1	I Girder L= 40 m'	14	2,192,696,000.00

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	BIAYA PROYEK (Rp)
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	7	11,016,000.00
3	Diafragma Bentang L= 40m'	7	56,400,000.00
4	Plat Deck	2	62,400,000.00
5	Plat Lantai K-250	2	43,344,200.00
6	Bekisting Plat Lantai	2	35,073,504.00
7	Besi Plat Lantai	2	21,220,992.00
8	Expantion Joint	2	4,340,000.00
9	Railing Beton K-250	2	13,422,720.00
10	Bekisting Railing Beton	2	105,220,512.00
11	Besi Railing Beton	2	13,059,072.00
12	Railing Besi	2	17,600,000.00
13	Cor Beton Tutup Saluran	2	3,142,800.00
14	Pipa Drainase Ø200 mm	2	4,581,500.00
V.	PEKERJAAN BOX CULVERT		
V1.	Underpass		
1	Underpass 5 x 4.2	42	851,327,000.00
V2.	Saluran Penyeimbang		
1	Box Penyeimbang 2 x 2	210	4,657,472,000.00

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa setiap kegiatan memiliki biaya normal masing-masing sesuai dengan RAB (rencana anggaran

biaya) yang di gunakan oleh kontraktor pelaksana dengan total keseluruhan biaya Pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare paket 407 (STA 32+600 –STA 36+600 Pangkep – Barru) berdasarkan durasi normal yaitu 690 hari senilai Rp 70,715,855,296.40.

4.2. Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

Kegiatan-Kegiatan kritis yang didapatkan dari Network Planning atau jaringan kerja dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kegiatan Kritis

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (hari)
1	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	I.2	9
2	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	I.5	9
3	Akses Road	I.8	9
4	Sondir	II.1.1	21
5	Cleaning & Grubing	II.1.2	63
6	Geotextile	II.1.5	28
7	Sub Ballast	II.1.7	28
8	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	II.1.10	56
9	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	II.2.2	4
10	Pasir Urug	II.2.3	4
11	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	II.2.5	7
12	Pembesian	II.2.6	7
13	Bekisting	II.2.7	7
14	Mengerjakan Balas Kricak	III.2	23
15	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	III.4	23
16	Pemasangan Track	III.8	23
17	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	III.7	49
18	Bore Pile dia 0.8 m'	IV.1.1.5	28

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (hari)
19	Galian Tanah	IV.1.1.1	21
20	Pasir Urug	IV.1.1.7	4
21	Lantai Kerja Pile Cap K-175	IV.1.1.8	4
22	Pembesian Abutment	IV.1.1.11	7
23	Bekisting Abutment	IV.1.1.10	7
24	Cor Beton Abutment K-350	IV.1.1.9	7
25	Cor Beton Pilar K-350	IV.1.1.12	5
26	Bekisting Pilar	IV.1.1.13	5
27	Pembesian Pilar	IV.1.1.14	5
28	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	IV.1.1.3	4
29	Common Backfill	IV.1.1.4	4
30	Lantai Kerja Plat Injak K-175	IV.1.1.15	2
31	Pembesian Plat Injak	IV.1.1.17	2
32	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.1.1.16	2
33	I Girder L= 30 m'	IV.1.2.1	14
34	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	IV.1.2.2	7
35	Diafragma Bentang L= 30m'	IV.1.2.3	7
36	Plat Deck	IV.1.2.4	2
37	Plat Lantai K-250	IV.1.2.5	2
38	Bekisting Plat Lantai	IV.1.2.6	2
39	Besi Plat Lantai	IV.1.2.7	2
40	Expansion Joint	IV.1.2.8	2
41	Railing Beton K-250	IV.1.2.9	2
42	Bekisting Railing Beton	IV.1.2.10	2
43	Besi Railing Beton	IV.1.2.11	2
44	Railing Besi	IV.1.2.12	2
45	Cor Beton Tutup Saluran	IV.1.2.13	2
46	Pipa Drainase Ø200 mm	IV.1.2.14	2
47	Bore Pile dia 0.8 m'	IV.2.1.5	35
48	Galian Tanah	IV.2.1.1	21
49	Chiping Pile	IV.2.1.6	14
50	Lantai Kerja Pile Cap K-175	IV.2.1.8	4
51	Pasir Urug	IV.2.1.7	4
52	Cor Beton Abutment K-350	IV.2.1.9	7
53	Bekisting Abutment	IV.2.1.10	7

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (hari)
54	Pembesian Abutment	IV.2.1.11	7
55	Common Backfill	IV.2.1.4	4
56	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	IV.2.1.3	4
57	Lantai Kerja Plat Injak K-175	IV.2.1.12	2
58	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.2.1.13	2
59	Pembesian Plat Injak	IV.2.1.14	2
60	I Girder L= 40 m'	IV.2.2.1	14
61	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	IV.2.2.2	7
62	Diafragma Bentang L= 40m'	IV.2.2.3	7
63	Plat Deck	IV.2.2.4	2
64	Plat Lantai K-250	IV.2.2.5	2
65	Bekisting Plat Lantai	IV.2.2.6	2
66	Besi Plat Lantai	IV.2.2.7	2
67	Expantion Joint	IV.2.2.8	2
68	Railing Beton K-250	IV.2.2.9	2
69	Bekisting Railing Beton	IV.2.2.10	2
70	Besi Railing Beton	IV.2.2.11	2
71	Railing Besi	IV.2.2.12	2
72	Cor Beton Tutup Saluran	IV.2.2.13	2
73	Pipa Drainase Ø200 mm	IV.2.2.14	2
Total			686

Tabel 4.2 di atas menjelaskan bahwa beberapa pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan - kegiatan kritis adalah kegiatan yang memiliki unsur tenaga kerja.

Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang akan dipercepat adalah kegiatan kritis tersebut adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih tersebut memiliki waktu pelaksanaan yang padat yang dimana kegiatan yang memiliki permulaan dan akhiran yang sama .

2. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur.

3. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut apabila dipercepat dapat mengurangi biaya tidak langsung pada kegiatan tersebut.

4. Apabila mempercepat kegiatan kritis dapat mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

4.3 Project Crashing

Metode *Project Crashing* atau *Crash Program* dilakukan dengan pertukaran silang waktu dan biaya dengan menambah jam kerja (kerja lembur) yang meliputi perhitungan durasi dan biaya percepatan dengan kerja lembur, perhitungan *cost slope*, dan analisa jaringan kerja percepatan dengan CPM (*critical path method*).

4.3.1 Percepatan Durasi dan Biaya Percepatan

Durasi percepatan ditentukan dengan penambahan jam kerja (kerja lembur). Waktu kerja normal adalah 6 hari perminggu dan memakai 7 jam per hari mulai pukul 08.00 – 16.00 WITA dengan 1 jam istirahat 12.00-13.00 WITA, sedangkan kerja lembur dilakukan penambahan 2 jam setelah waktu kerja normal (16.00-19.00) sehingga waktu kerja menjadi 9 jam perhari. Hasil perhitungannya terdapat pada table 4.3.

Tabel 4.3 Percepatan Durasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (hari)	Waktu Percepatan (hari)	Crashing (hari)
I.	UMUM				
1	Pengukuran, Pasang Patok Profil Track	I.1	665	517	148
2	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	I.2	9	7	2
3	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	I.5	9	7	2
4	Akses Road	I.8	9	7	2
5	Pembuatan Papan Nama Proyek	I.3	2	2	1
6	Penerangan Lengkap Peralatan Direksi	I.4	2	2	1
7	Peralatan K3 dan Papan K3	I.10	2	2	1
8	Pemindahan Utilitas SUTM	I.13	4	3	1
9	Pemindahan Utilitas PDAM	I.14	4	3	1
10	Jembatan Sementara	I.9	56	44	12
11	Dokumentasi	I.11	345	268	77
12	Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan	I.7	345	268	77
13	Dewatering	I.12	224	174	50
II.	PEKERJAAN SIPIL				
II.1	Pekerjaan Badan Jalan KA				
2	Cleaning & Grubing	II.1.2	63	49	14
3	Dolken	II.1.3	126	98	28
4	Sesek Bambu	II.1.4	35	27	8
5	Geotextile	II.1.5	28	22	6
6	Sub Ballast	II.1.7	28	22	6
7	Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pemasangan	I.1.6	308	240	68
8	Gebalan Rumput	II.1.8	25	19	6

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (hari)	Waktu Percepatan (hari)	Crashing (hari)
9	Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test	II.1.9	14	11	3
10	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	II.1.10	56	44	12
11	Pemasangan Pagar Panel	II.1.11	112	87	25
12	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	II.1.12	35	27	8
II	Pekerjaan Retaining Wall				
II.2	Galian Tanah Biasa	II.2.1	10.5	8	2
1	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	II.2.2	4	3	1
2	Pasir Urug	II.2.3	4	3	1
3	Lantai Kerja K-175	II.2.4	7	5	2
4	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	II.2.5	7	5	2
5	Pembesian	II.2.6	7	5	2
6	Bekisting	II.2.7	7	5	2
7	PEKERJAAN TRACK				
III.	Pengadaan Balas Kricak	III.1	140	109	31
1	Mengerjakan Balas Kricak	III.2	23	18	5
2	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	III.4	23	18	5
3	Pemasangan Track	III.8	23	18	5
4	Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi	III.3	35	27	8
5	Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60 dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi	III.5	35	27	8
6	Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan	III.6	70	54	16
7	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	III.7	49	38	11
8	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)	III.9	21	16	5

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (hari)	Waktu Percepatan (hari)	Crashing (hari)
9	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)	III.10	14	11	3
10	PEKERJAAN JEMBATAN				
IV.	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m'				
IV.1	Bangunan Bawah				
IV.1.1	Penyelidikan Tanah	IV.1.1.20	4	3	1
1	Bore Pile dia 0.8 m'	IV.1.1.5	28	22	6
2	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	IV.1.1.2	10	8	2
3	PDA Test	IV.1.1.18	4	3	1
4	PIT Test	IV.1.1.19	4	3	1
5	Galian Tanah	IV.1.1.1	21	16	5
6	Chiping Pile	IV.1.1.6	14	11	3
7	Pasir Urug	IV.1.1.7	4	3	1
8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	IV.1.1.8	4	3	1
9	Pembesian Abutment	IV.1.1.11	7	5	2
10	Bekisting Abutment	IV.1.1.10	7	5	2
11	Cor Beton Abutment K-350	IV.1.1.9	7	5	2
12	Cor Beton Pilar K-350	IV.1.1.12	5	4	1
13	Bekisting Pilar	IV.1.1.13	5	4	1
14	Pembesian Pilar	IV.1.1.14	5	4	1
15	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	IV.1.1.3	4	3	1
16	Common Backfill	IV.1.1.4	4	3	1
17	Lantai Kerja Plat Injak K-175	IV.1.1.15	2	2	1
18	Pembesian Plat Injak	IV.1.1.17	2	2	1
19	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.1.1.16	2	2	1
20	Bangunan Atas				
IV.1.2	I Girder L= 30 m'	IV.1.2.1	14	11	3
1	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	IV.1.2.2	7	5	2
2	Diafragma Bentang L= 30m'	IV.1.2.3	7	5	2

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI	Waktu Percepatan (hari)	Crashing (hari)
3	Plat Deck	IV.1.2.4	2	1	1
4	Plat Lantai K-250	IV.1.2.5	2	1	1
5	Bekisting Plat Lantai	IV.1.2.6	2	1	1
6	Besi Plat Lantai	IV.1.2.7	2	1	1
7	Expansion Joint	IV.1.2.8	2	1	1
8	Railing Beton K-250	IV.1.2.9	2	1	1
9	Bekisting Railing Beton	IV.1.2.10	2	1	1
10	Besi Railing Beton	IV.1.2.11	2	1	1
11	Railing Besi	IV.1.2.12	2	2	1
12	Cor Beton Tutup Saluran	IV.1.2.13	2	2	1
13	Pipa Drainase Ø200 mm	IV.1.2.14	2	2	1
14	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m'				
IV.2	Bangunan Bawah				
IV.2.1	Penyelidikan Tanah	IV.2.1.17	4	3	1
1	Bore Pile dia 0.8 m'	IV.2.1.5	35	27	8
2	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	IV.2.1.2	14	11	3
3	PDA Test	IV.2.1.15	4	3	1
4	PIT Test	IV.2.1.16	4	3	1
5	Galian Tanah	IV.2.1.1	21	16	5
6	Chiping Pile	IV.2.1.6	14	11	3
7	Lantai Kerja Pile Cap K-175	IV.2.1.8	4	3	1
8	Pasir Urug	IV.2.1.7	4	3	1
9	Cor Beton Abutment K-350	IV.2.1.9	7	5	2
10	Bekisting Abutment	IV.2.1.10	7	5	2
11	Pembesian Abutment	IV.2.1.11	7	5	2
12	Common Backfill	IV.2.1.4	4	3	1
13	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	IV.2.1.3	4	3	1
14	Lantai Kerja Plat Injak K-175	IV.2.1.12	2	2	0
15	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.2.1.13	2	2	0
16	Pembesian Plat Injak	IV.2.1.14	2	2	0
17	Bangunan Atas				
IV.2.2	I Girder L= 40 m'	IV.2.2.1	14	11	3

NO	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI	Waktu Percepatan (hari)	Crashing (hari)
1	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	IV.2.2.2	7	5	2
2	Diafragma Bentang L= 40m'	IV.2.2.3	7	5	2
3	Plat Deck	IV.2.2.4	2	1	1
4	Plat Lantai K-250	IV.2.2.5	2	1	1
5	Bekisting Plat Lantai	IV.2.2.6	2	1	1
6	Besi Plat Lantai	IV.2.2.7	2	1	1
7	Expansion Joint	IV.2.2.8	2	1	1
8	Railing Beton K-250	IV.2.2.9	2	1	1
9	Bekisting Railing Beton	IV.2.2.10	2	1	1
10	Besi Railing Beton	IV.2.2.11	2	1	1
11	Railing Besi	IV.2.2.12	2	2	1
12	Cor Beton Tutup Saluran	IV.2.2.13	2	2	1
13	Pipa Drainase Ø200 mm	IV.2.2.14	2	2	1
14	PEKERJAAN BOX CULVERT				
V.	Underpass				
V1.	Underpass 5 x 4.2	V.1.1	42	33	9
1	Saluran Penyeimbang				
V2.	Box Penyeimbang 2 x 2	V.2.1	210	163	47

Contoh perhitungan durasi setelah percepatan sebagai berikut :

Jenis Kegiatan : Bore Pile dia 0.8 m'
Durasi normal : 28 hari
Waktu Kerja : 7 jam/hari

Waktu Kerja Dengan penambahan 2 jam lembur
= 7+2 = 9 jam/hari

Percepatan Durasi = $(28 \times 7) / (28 \times 9) \times 28 = 21,76$ hari

Crashing = $28 - 21,78 = 6,22$ hari di bulatkan menjadi 6 hari

Adanya jam kerja lembur terjadi peningkatan biaya akibat dari percepatan durasi normal dan biaya normal, hasil perhitungan dapat dilihat pada table

4.4.

Tabel 4.4 Biaya Percepatan

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		
		waktu (hari)	biaya (Rp)	Crashing	tambahan biaya (Rp)	total biaya percepatan (Rp)
I.	UMUM					
1	Pengukuran, Pasang Patok Profil Track	665	83,492,000.00	148	2,049,333.33	85,541,333.33
2	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	9	13,596,000.00	2.	2,049,333.33	15,645,333.33
3	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	9	122,970,000.00	2.07	2,049,333.33	125,019,333.33
4	Akses Road	9	580,000,000.00	2.07	2,049,333.33	582,049,333.33
5	Pembuatan Papan Nama Proyek	2	2,173,200.00	1	2,049,333.33	4,222,533.33
6	Penerangan Lengkap Peralatan Direksi	2	25,000,000.00	1	2,049,333.33	27,049,333.33
7	Peralatan K3 dan Papan K3	2	66,000,000.00	1	2,049,333.33	68,049,333.33
8	Pemindahan Utilitas SUTM	4	52,000,000.00	1	2,049,333.33	54,049,333.33
9	Pemindahan Utilitas PDAM	4	52,000,000.00	1	2,049,333.33	54,049,333.33
10	Jembatan Sementara	56	1,152,608,960.00	12	2,049,333.33	1,154,658,293.33
11	Dokumentasi	345	13,500,000.00	78	2,049,333.33	15,549,333.33
12	Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan	345	165,600,000.00	78	2,049,333.33	167,649,333.33
13	Dewatering	224	68,568,500.00	50	2,049,333.33	70,617,833.33
II.	PEKERJAAN SIPIL					-
II.1	Pekerjaan Badan Jalan KA					-
1	Sondir	21	145,600,000.00	5	2,049,333.33	147,649,333.33
2	Cleaning & Grubing	63	4,351,074,000.00	14.00	2,049,333.33	4,353,123,333.33
3	Dolken	126	405,000,000.00	28.00	2,049,333.33	407,049,333.33

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		
		waktu (hari)	biaya (Rp)	Crashing	tambahan biaya (Rp)	total biaya percepatan (Rp)
4	Sesek Bambu	35	22,700,000.00	8	2,049,333.33	24,749,333.33
5	Geotextile	28	106,395,000.00	6	2,049,333.33	108,444,333.33
6	Sub Ballast	28	1,374,592,050.00	6	2,049,333.33	1,376,641,383.33
7	Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pemadatan	308	23,612,916,366.00	68	2,049,333.33	23,614,965,699.33
8	Gebalan Rumput	25	417,300,000.00	6	2,049,333.33	419,349,333.33
9	Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test	14	400,000,000.00	3	2,049,333.33	402,049,333.33
10	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	56	4,652,700,000.00	12	2,049,333.33	4,654,749,333.33
11	Pemasangan Pagar Panel	112	2,935,140,000.00	25	2,049,333.33	2,937,189,333.33
12	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	35	620,880,000.00	8	2,049,333.33	622,929,333.33
II.2	Pekerjaan Retaining Wall					-
1	Galian Tanah Biasa	11	12,397,500.00	2	2,049,333.33	14,446,833.33
2	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	4	10,150,000.00	1	2,049,333.33	12,199,333.33
3	Pasir Urug	4	1,501,500.00	1	2,049,333.33	3,550,833.33
4	Lantai Kerja K-175	7	12,114,200.00	2	2,049,333.33	14,163,533.33
5	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	7	154,140,485.00	2	2,049,333.33	156,189,818.33
6	Pembesian	7	99,595,287.00	2	2,049,333.33	101,644,620.33
7	Bekisting	7	104,526,200.00	2	2,049,333.33	106,575,533.33
III.	PEKERJAAN TRACK					-
1	Pengadaan Balas Kricak	140	1,614,973,600.00	31	2,049,333.33	1,617,022,933.33
2	Mengerjakan Balas Kricak	23.33	355,502,800.00	5	2,049,333.33	357,552,133.33
3	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	23.33	186,037,200.00	5	2,049,333.33	188,086,533.33
4	Pemasangan Track	23	185,200,000.00	5	2,049,333.33	187,249,333.33
5	Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi	35	518,770,400.00	8	2,049,333.33	520,819,733.33
6	Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60	35	502,771,200.00	8	2,049,333.33	504,820,533.33

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		
		waktu (hari)	biaya (Rp)	Crashing	tambahan biaya (Rp)	total biaya percepatan (Rp)
	dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi					
7	Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan	70	236,208,000.00	16	2,049,333.33	238,257,333.33
8	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	49	752,000,000.00	11	2,049,333.33	754,049,333.33
9	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)	21	483,600,000.00	5	2,049,333.33	485,649,333.33
10	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)	14	2,310,000,000.00	3	2,049,333.33	2,312,049,333.33
IV.	PEKERJAAN JEMBATAN					-
IV.1	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m'					-
IV.1.1	Bangunan Bawah					-
1	Penyelidikan Tanah	3.5	15,000,000.00	2	2,049,333.33	17,049,333.33
2	Bore Pile dia 0.8 m'	28	2,406,240,000.00	6	2,049,333.33	2,408,289,333.33
3	Konstruksi Pengaman Sementara Galian Abutment	11	103,397,760.00	2	2,049,333.33	105,447,093.33
4	PDA Test	4	142,500,000.00	1	2,049,333.33	144,549,333.33
5	PIT Test	4	38,400,000.00	1	2,049,333.33	40,449,333.33
6	Galian Tanah	21	73,631,232.00	5	2,049,333.33	75,680,565.33
7	Chiping Pile	14	7,161,600.00	3	2,049,333.33	9,210,933.33
8	Pasir Urug	3.5	10,330,040.00	1	2,049,333.33	12,379,373.33
9	Lantai Kerja Pile Cap K-175	3.5	28,866,600.00	1	2,049,333.33	30,915,933.33
10	Pembesian Abutment	7	1,415,465,280.00	2	2,049,333.33	1,417,514,613.33
11	Bekisting Abutment	7	281,231,046.24	2	2,049,333.33	283,280,379.57
12	Cor Beton Abutment K-350	7	95,872,762.80	2	2,049,333.33	97,922,096.13
13	Cor Beton Pilar K-350	5	43,917,836.80	1	2,049,333.33	45,967,170.13
14	Bekisting Pilar	5	53,876,799.20	1	2,049,333.33	55,926,132.53
15	Pembesian Pilar	5	1,415,465,280.00	1	2,049,333.33	1,417,514,613.33
16	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	4	48,686,400.00	1	2,049,333.33	50,735,733.33

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		
		waktu (hari)	biaya (Rp)	Crashing	tambahan biaya (Rp)	total biaya percepatan (Rp)
17	Common Backfill	4	377,087,744.00	1	2,049,333.33	379,137,077.33
18	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2	3,758,400.00	1	2,049,333.33	5,807,733.33
19	Pembesian Plat Injak	2	12,713,760.00	1	2,049,333.33	14,763,093.33
20	Cor Beton Plat Injak K-250	2	7,550,280.00	1	2,049,333.33	9,599,613.33
IV.1.2	Bangunan Atas					-
1	I Girder L= 30 m'	14	3,034,352,000.00	3	2,049,333.33	3,036,401,333.33
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	7	18,144,000.00	2	2,049,333.33	20,193,333.33
3	Diafragma Bentang L= 30m'	7	132,600,000.00	1	2,049,333.33	134,649,333.33
4	Plat Deck	2	93,600,000.00	1	2,049,333.33	95,649,333.33
5	Plat Lantai K-250	2	65,016,300.00	1	2,049,333.33	67,065,633.33
6	Bekisting Plat Lantai	2	52,610,256.00	1	2,049,333.33	54,659,589.33
7	Besi Plat Lantai	2	31,831,488.00	1	2,049,333.33	33,880,821.33
8	Expansion Joint	2	4,340,000.00	1	2,049,333.33	6,389,333.33
9	Railing Beton K-250	2	20,134,080.00	1	2,049,333.33	22,183,413.33
10	Bekisting Railing Beton	2	157,830,768.00	1	2,049,333.33	159,880,101.33
11	Besi Railing Beton	2	19,588,608.00	1	2,049,333.33	21,637,941.33
12	Railing Besi	2	26,400,000.00	1	2,049,333.33	28,449,333.33
13	Cor Beton Tutup Saluran	2	4,714,200.00	1	2,049,333.33	6,763,533.33
14	Pipa Drainase Ø200 mm	2	5,497,800.00	1	2,049,333.33	7,547,133.33
IV.2	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m'					-
IV.2.1	Bangunan Bawah					-
1	Penyelidikan Tanah	4	10,000,000.00	1	2,049,333.33	12,049,333.33
2	Bore Pile dia 0.8 m'	35	1,604,160,000.00	8	2,049,333.33	1,606,209,333.33
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	14	103,397,760.00	3	2,049,333.33	105,447,093.33
4	PDA Test	4	95,000,000.00	1	2,049,333.33	97,049,333.33
5	PIT Test	4	25,600,000.00	1	2,049,333.33	27,649,333.33
6	Galian Tanah	21	74,142,560.00	5	2,049,333.33	76,191,893.33
7	Chiping Pile	14	4,774,400.00	3	2,049,333.33	6,823,733.33

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		
		waktu (hari)	biaya (Rp)	Crashing	tambahan biaya (Rp)	total biaya percepatan (Rp)
8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	3.5	12,058,200.00	1	2,049,333.33	14,107,533.33
9	Pasir Urug	3.5	4,315,080.00	1	2,049,333.33	6,364,413.33
10	Cor Beton Abutment K-350	7	63,915,175.20	1	2,049,333.33	65,964,508.53
11	Bekisting Abutment	7	187,487,364.16	1	2,049,333.33	189,536,697.49
12	Pembesian Abutment	7	943,643,520.00	1	2,049,333.33	945,692,853.33
13	Common Backfill	3	170,149,056.00	1	2,049,333.33	172,198,389.33
14	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	3	83,010,312.00	1	2,049,333.33	85,059,645.33
15	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2	2,505,600.00	1	2,049,333.33	4,554,933.33
16	Cor Beton Plat Injak K-250	2	2,505,600.00	1	2,049,333.33	4,554,933.33
17	Pembesian Plat Injak	2	2,505,600.00	1	2,049,333.33	4,554,933.33
IV.2.2	Bangunan Atas					-
1	1 Girder L= 40 m'	14	2,192,696,000.00	3	2,049,333.33	2,194,745,333.33
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	7	11,016,000.00	2	2,049,333.33	13,065,333.33
3	Diafragma Bentang L= 40m'	7	56,400,000.00	2	2,049,333.33	58,449,333.33
4	Plat Deck	2	62,400,000.00	1	2,049,333.33	64,449,333.33
5	Plat Lantai K-250	2	43,344,200.00	1	2,049,333.33	45,393,533.33
6	Bekisting Plat Lantai	2	35,073,504.00	1	2,049,333.33	37,122,837.33
7	Besi Plat Lantai	2	21,220,992.00	1	2,049,333.33	23,270,325.33
8	Expansion Joint	2	4,340,000.00	1	2,049,333.33	6,389,333.33
9	Railing Beton K-250	2	13,422,720.00	1	2,049,333.33	15,472,053.33
10	Bekisting Railing Beton	2	105,220,512.00	1	2,049,333.33	107,269,845.33
11	Besi Railing Beton	2	13,059,072.00	1	2,049,333.33	15,108,405.33
12	Railing Besi	2	17,600,000.00	1	2,049,333.33	19,649,333.33
13	Cor Beton Tutup Saluran	2	3,142,800.00	1	2,049,333.33	5,192,133.33
14	Pipa Drainase Ø200 mm	2	4,581,500.00	1	2,049,333.33	6,630,833.33
V.	PEKERJAAN BOX CULVERT					-
V1.	Underpass					-
1	Underpass 5 x 4.2	42	851,327,000.00	9	2,049,333.33	853,376,333.33
V2.	Saluran Penyeimbang					-

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		
		waktu (hari)	biaya (Rp)	Crashing	tambahan biaya (Rp)	total biaya percepatan (Rp)
1	Box Penyeimbang 2 x 2	210	4,657,472,000.00	47	2,049,333.33	4,659,521,333.33
TOTAL		4264	70,715,855,296.40	948	225,426,666.67	70,941,281,963.07

Analisa perhitungan pemendekan durasi dengan kerja lembur diatas dapat dilihat terjadinya peningkatan biaya proyek apabila semua kegiatan proyek dipercepat. Biaya proyek dengan durasi normal 4264 hari sebesar Rp. 70,715,855,296.40 setelah dipercepat 948 hari biaya proyek sebesar Rp. 70,941,281,963.07 terjadi persentase penambahan biaya sebesar 0,3%.

4.3.2 Perhitungan *Cost Slope*

Dalam perhitungan *Cost Slope* setiap kegiatan berdasarkan durasi normal, durasi percepatan, biaya normal. Dan biaya percepatan diperoleh hasil perhitungan *Cost Slope* setiap kegiatan pada table 4.5.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan *Cost Slope*

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		<i>Slope</i>
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
I.	UMUM					
1	Pengukuran, Pasang Patok Profil Track	665	83,492,000.00	517	85,541,333.33	13,867.67
2	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	9	13,596,000.00	7	15,645,333.33	988,071.43
3	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	9	122,970,000.00	7	125,019,333.33	988,071.43
4	Akses Road	9	580,000,000.00	7	582,049,333.33	988,071.43

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		Slope
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
5	Pembuatan Papan Nama Proyek	2	2,173,200.00	2	4,222,533.33	3,952,285.71
6	Penerangan Lengkap Peralatan Direksi	2	25,000,000.00	2	27,049,333.33	3,952,285.71
7	Peralatan K3 dan Papan K3	2	66,000,000.00	2	68,049,333.33	3,952,285.71
8	Pemindahan Utilitas SUTM	3.5	52,000,000.00	3	54,049,333.33	2,634,857.14
9	Pemindahan Utilitas PDAM	3.5	52,000,000.00	3	54,049,333.33	2,634,857.14
10	Jembatan Sementara	56	1,152,608,960.00	44	1,154,658,293.33	164,678.57
11	Dokumentasi	345	13,500,000.00	268	15,549,333.33	26,730.43
12	Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan	345	165,600,000.00	268	167,649,333.33	26,730.43
13	Dewatering	224	68,568,500.00	174	70,617,833.33	41,169.64
14	Gambar Shop Drawing dan As Build Drawing	630	5,262,000.00	490.00	7,311,333.33	14,638.10
II.	PEKERJAAN SIPIL				-	
II.1	Pekerjaan Badan Jalan KA				-	
1	Sondir	21	145,600,000.00	16	147,649,333.33	439,142.86
2	Cleaning & Grubing	63	4,351,074,000.00	49.00	4,353,123,333.33	146,380.95
3	Dolken	126	405,000,000.00	98.00	407,049,333.33	73,190.48
4	Sesek Bambu	35	22,700,000.00	27	24,749,333.33	263,485.71
5	Geotextile	28	106,395,000.00	22	108,444,333.33	329,357.14
6	Sub Ballast	28	1,374,592,050.00	22	1,376,641,383.33	329,357.14
7	Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pemasangan	308	23,612,916,366.00	240	23,614,965,699.33	29,941.56
8	Gebalan Rumput	25	417,300,000.00	19	419,349,333.33	368,880.00
9	Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test	14	400,000,000.00	11	402,049,333.33	658,714.29
10	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	56	4,652,700,000.00	44	4,654,749,333.33	164,678.57
11	Pemasangan Pagar Panel	112	2,935,140,000.00	87	2,937,189,333.33	82,339.29

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		Slope
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
12	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	35	620,880,000.00	27	622,929,333.33	263,485.71
II.2	Pekerjaan Retaining Wall				-	
1	Galian Tanah Biasa	10.5	12,397,500.00	8	14,446,833.33	878,285.71
2	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	4	10,150,000.00	3	12,199,333.33	2,634,857.14
3	Pasir Urug	4	1,501,500.00	3	3,550,833.33	2,634,857.14
4	Lantai Kerja K-175	7	12,114,200.00	5	14,163,533.33	1,317,428.57
5	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	7	154,140,485.00	5	156,189,818.33	1,317,428.57
6	Pembesian	7	99,595,287.00	5	101,644,620.33	1,317,428.57
7	Bekisting	7	104,526,200.00	5	106,575,533.33	1,317,428.57
III.	PEKERJAAN TRACK				-	
1	Pengadaan Balas Kricak	140	1,614,973,600.00	109	1,617,022,933.33	65,871.43
2	Mengerjakan Balas Kricak	23	355,502,800.00	18	357,552,133.33	395,228.57
3	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	23	186,037,200.00	18	188,086,533.33	395,228.57
4	Pemasangan Track	23	185,200,000.00	18	187,249,333.33	395,228.57
5	Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi	35	518,770,400.00	27	520,819,733.33	263,485.71
6	Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60 dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi	35	502,771,200.00	27	504,820,533.33	263,485.71
7	Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan	70	236,208,000.00	54	238,257,333.33	131,742.86
8	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	49	752,000,000.00	38	754,049,333.33	188,204.08

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		Slope
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
9	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)	21	483,600,000.00	16	485,649,333.33	439,142.86
10	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)	14	2,310,000,000.00	11	2,312,049,333.33	658,714.29
IV.	PEKERJAAN JEMBATAN				-	
IV.1	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m'				-	
IV.1.1	Bangunan Bawah				-	
1	Penyelidikan Tanah	4	15,000,000.00	3	17,049,333.33	2,634,857.14
2	Bore Pile dia 0.8 m'	28	2,406,240,000.00	22	2,408,289,333.33	329,357.14
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	11	103,397,760.00	8	105,447,093.33	878,285.71
4	PDA Test	4	142,500,000.00	3	144,549,333.33	2,634,857.14
5	PIT Test	4	38,400,000.00	3	40,449,333.33	2,634,857.14
6	Galian Tanah	21	73,631,232.00	16	75,680,565.33	439,142.86
7	Chiping Pile	14	7,161,600.00	11	9,210,933.33	658,714.29
8	Pasir Urug	4	10,330,040.00	3	12,379,373.33	2,634,857.14
9	Lantai Kerja Pile Cap K-175	4	28,866,600.00	3	30,915,933.33	2,634,857.14
10	Pembesian Abutment	7	1,415,465,280.00	5	1,417,514,613.33	1,317,428.57
11	Bekisting Abutment	7	281,231,046.24	5	283,280,379.57	1,317,428.57
12	Cor Beton Abutment K-350	7	95,872,762.80	5	97,922,096.13	1,317,428.57
13	Cor Beton Pilar K-350	5	43,917,836.80	4	45,967,170.13	1,976,142.86
14	Bekisting Pilar	5	53,876,799.20	4	55,926,132.53	1,976,142.86
15	Pembesian Pilar	5	1,415,465,280.00	4	1,417,514,613.33	1,976,142.86
16	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	4	48,686,400.00	3	50,735,733.33	2,634,857.14

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		Slope
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
17	Common Backfill	4	377,087,744.00	3	379,137,077.33	2,634,857.14
18	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2	3,758,400.00	2	5,807,733.33	3,952,285.71
19	Pembesian Plat Injak	2	12,713,760.00	2	14,763,093.33	3,952,285.71
20	Cor Beton Plat Injak K-250	2	7,550,280.00	2	9,599,613.33	3,952,285.71
IV.1.2	Bangunan Atas				-	
1	I Girder L= 30 m'	14	3,034,352,000.00	11	3,036,401,333.33	658,714.29
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	7	18,144,000.00	5	20,193,333.33	1,317,428.57
3	Diafragma Bentang L= 30m'	7	132,600,000.00	5	134,649,333.33	1,317,428.57
4	Plat Deck	2	93,600,000.00	1	95,649,333.33	5,269,714.29
5	Plat Lantai K-250	2	65,016,300.00	1	67,065,633.33	5,269,714.29
6	Bekisting Plat Lantai	2	52,610,256.00	1	54,659,589.33	5,269,714.29
7	Besi Plat Lantai	2	31,831,488.00	1	33,880,821.33	5,269,714.29
8	Expansion Joint	2	4,340,000.00	1	6,389,333.33	5,269,714.29
9	Railing Beton K-250	2	20,134,080.00	1	22,183,413.33	5,269,714.29
10	Bekisting Railing Beton	2	157,830,768.00	1	159,880,101.33	5,269,714.29
11	Besi Railing Beton	2	19,588,608.00	1	21,637,941.33	5,269,714.29
12	Railing Besi	2	26,400,000.00	1	28,449,333.33	3,952,285.71
13	Cor Beton Tutup Saluran	2	4,714,200.00	1	6,763,533.33	3,952,285.71
14	Pipa Drainase Ø200 mm	2	5,497,800.00	1	7,547,133.33	3,952,285.71
IV.2	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m'				-	
IV.2.1	Bangunan Bawah				-	
1	Penyelidikan Tanah	4	10,000,000.00	3	12,049,333.33	2,634,857.14

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		Slope
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
2	Bore Pile dia 0.8 m'	35	1,604,160,000.00	2	1,606,209,333.33	263,485.71
3	Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	14	103,397,760.00	11	105,447,093.33	658,714.29
4	PDA Test	4	95,000,000.00	3	97,049,333.33	2,634,857.14
5	PIT Test	4	25,600,000.00	3	27,649,333.33	2,634,857.14
6	Galian Tanah	21	74,142,560.00	16	76,191,893.33	439,142.86
7	Chipping Pile	14	4,774,400.00	11	6,823,733.33	658,714.29
8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	4	12,058,200.00	3	14,107,533.33	2,634,857.14
9	Pasir Urug	4	4,315,080.00	3	6,364,413.33	2,634,857.14
10	Cor Beton Abutment K-350	7	63,915,175.20	5	65,964,508.53	1,317,428.57
11	Bekisting Abutment	7	187,487,364.16	5	189,536,697.49	1,317,428.57
12	Pembesian Abutment	7	943,643,520.00	5	945,692,853.33	1,317,428.57
13	Common Backfill	4	170,149,056.00	3	172,198,389.33	2,634,857.14
14	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	4	83,010,312.00	3	85,059,645.33	2,634,857.14
15	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2	2,505,600.00	2	4,554,933.33	3,952,285.71
16	Cor Beton Plat Injak K-250	2	2,505,600.00	2	4,554,933.33	3,952,285.71
17	Pembesian Plat Injak	2	2,505,600.00	2	4,554,933.33	3,952,285.71
IV.2.	Bangunan Atas				-	
1	I Girder L= 40 m'	14	2,192,696,000.00	11	2,194,745,333.33	658,714.29
2	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	7	11,016,000.00	5	13,065,333.33	1,317,428.57
3	Diafragma Bentang L= 40m'	7	56,400,000.00	5	58,449,333.33	1,317,428.57
4	Plat Deck	2	62,400,000.00	1	64,449,333.33	5,269,714.29
5	Plat Lantai K-250	2	43,344,200.00	1	45,393,533.33	5,269,714.29

NO	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL		PERCEPATAN		Slope
		waktu (hari)	biaya (Rp)	waktu percepatan	total biaya percepatan (Rp)	
6	Bekisting Plat Lantai	2	35,073,504.00	1	37,122,837.33	5,269,714.29
7	Besi Plat Lantai	2	21,220,992.00	1	23,270,325.33	5,269,714.29
8	Expantion Joint	2	4,340,000.00	1	6,389,333.33	5,269,714.29
9	Railing Beton K-250	2	13,422,720.00	1	15,472,053.33	5,269,714.29
10	Bekisting Railing Beton	2	105,220,512.00	1	107,269,845.33	5,269,714.29
11	Besi Railing Beton	2	13,059,072.00	1	15,108,405.33	5,269,714.29
12	Railing Besi	2	17,600,000.00	2	19,649,333.33	3,952,285.71
13	Cor Beton Tutup Saluran	2	3,142,800.00	2	5,192,133.33	3,952,285.71
14	Pipa Drainase Ø200 mm	2	4,581,500.00	2	6,630,833.33	3,952,285.71
V.	PEKERJAAN BOX CULVERT				-	
V1.	Underpass				-	
1	Underpass 5 x 4.2	42	851,327,000.00	33	853,376,333.33	219,571.43
V2.	Saluran Penyeimbang				-	
1	Box Penyeimbang 2 x 2	210	4,657,472,000.00	163	4,659,521,333.33	43,914.29

Table 4.5 merupakan hasil perhitungan *Cost Slope* seluruh kegiatan pekerjaan kritis, adapun contoh perhitungan *Cost Slope* berdasarkan table di atas task 02 pekerjaan Bore Pile dia 0,8 m sebagai berikut;

Pekerjaan Bore Pile dia 0,8 m

Durasi normal = 28 hari

Durasi percepatan = 21,78 hari

Cost normal = Rp 2.406.240.000,00

Cost percepatan = Rp 2.408.289.333,33

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{(\text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal})}{(\text{Durasi Normal} - \text{Durasi Percepatan})} \\ &= \frac{(\text{Rp}2.408.289.333,33 - \text{Rp}2.406.240.000,00)}{(28 - 21,78)} \\ &= \text{Rp } 329.357,14 \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Waktu dan Biaya pekerjaan bore pile

Berdasarkan table 4.6 diatas diketahui bahwa hasil *Cost Slope* terkecil terdapat pada kegiatan Pekerjaan Cleaning and Grubing sebesar Rp. 146,380.95 dan dengan nilai *Cost Slope* terbesar terdapat pada kegiatan pekerjaan Plat Lantai K-250 sebesar Rp. 5.269.714,29.

4.3.3 Analisa Jaringan Kerja berdasarkan *Cost Slope* Terkecil

Dalam analisa ini dipercepat dengan jaringan kerja CPM pada kegiatan jalur kritis berdasarkan *Cost Slope* terkecil diperoleh analisa jaringan kerja sebagai berikut;

1. Kegiatan pekerjaan Cleaning and Grubing (simbol II.1.2)

Kegiatan II.1.2 merupakan kegiatan dengan nilai *Cost Slope* terkecil sebesar Rp. 146,380.95, jadi kegiatan ini yang pertama dipercepat.

Kegiatan II.1.2 dapat dipercepat 14 hari. Waktu pelaksanaan proyek menjadi $690 - 14 = 676$ hari.

2. Kegiatan Mengerjakan Balas Kricak (Simbol III.2)

Kegiatan III.2 dapat dipercepat 5 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 395,228.57. Waktu pelaksanaan menjadi $676 - 5 = 671$ hari..

3. Kegiatan Pekerjaan Sondir (Simbol II.1.1)

Kegiatan II.1.1 dapat dipercepat 5 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 439,142.86. Waktu pelaksanaan menjadi $671 - 5 = 665$ hari.

4. Kegiatan I Girder L=30 M' (Simbol IV.1.2.1)

Kegiatan IV.1.2.1 dapat dipercepat 3 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 658,714.29. Waktu pelaksanaan menjadi $666 - 3 = 663$ hari.

5. Kegiatan Pekerjaan Galian Tanah Biasa (Simbol II.2.1)

Kegiatan II.2.1 dapat dipercepat 2 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 878,285.71. Waktu pelaksanaan menjadi $663 - 2 = 661$ hari.

6. Pembuatan Direksi Keet dan Gudang (Simbol I.2)

Kegiatan I.2 dapat dipercepat 2 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 988,071.43. Waktu pelaksanaan menjadi $661 - 2 = 659$ hari.

7. Kegiatan Membuat Retaining Wall dari Beton K-300 (Simbol II.2.5)

Kegiatan II.2.5 dapat dipercepat 2 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 1,317,428.57. Waktu pelaksanaan menjadi $659 - 2 = 657$ hari.

8. Kegiatan Pembesian Pilar (Simbol IV.1.1.14)

Kegiatan IV.1.1.14 dapat dipercepat 1 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 1,976,142.86. Waktu pelaksanaan menjadi $657 - 1 = 656$ hari.

9. Kegiatan Pekerjaan Lantai Kerja Pile Cap K-175 (Simbol IV.1.1.8)

Kegiatan IV.1.1.8 dapat dipercepat 1 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 2,634,857.14. Waktu pelaksanaan menjadi $656 - 1 = 655$ hari.

10. Kegiatan Pekerjaan Cor Beton Plat Injak K-250 (Simbol IV.1.1.16)

Kegiatan IV.1.1.16 dapat dipercepat 1 hari dengan *Cost Slope* sebesar Rp. 3,952,285.71. Waktu pelaksanaan menjadi $655 - 1 = 654$ hari.

Berdasarkan jaringan kerja berdasarkan *Cost Slope Terkecil* di atas, diperoleh target percepatan dan hasil total biaya proyek disetiap kegiatan terdapat pada table 4.6 berikut.

Tabel 4.6. Target Percepatan dan Total Biaya Proyek

target percepatan (Hari)	Biaya Proyek (Rp)	cost slope (Rp)	total biaya proyek (Rp)
690	70,715,855,296.40		70,715,855,296.40
676	70,715,855,296.40	146,380.95	70,716,001,677.35
671	70,715,855,296.40	395,228.57	70,716,250,524.97
666	70,715,855,296.40	439,142.86	70,716,294,439.26
663	70,715,855,296.40	658,714.29	70,716,514,010.69
661	70,715,855,296.40	878,285.71	70,716,733,582.11
659	70,715,855,296.40	988,071.43	70,716,843,367.83
658	70,715,855,296.40	1,317,428.57	70,717,172,724.97

target percepatan (Hari)	Biaya Proyek (Rp)	cost slope (Rp)	total biaya proyek (Rp)
657	70,715,855,296.40	1,976,142.86	70,717,831,439.26
656	70,715,855,296.40	2,634,857.14	70,718,490,153.54
654	70,715,855,296.40	3,952,285.71	70,719,807,582.11

Berdasarkan table diatas (Tabel 4.6) dapat diberikan keterangan bahwa dari durasi normal Pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare paket 407 (STA 32+600 –STA 36+600 Pangkep – Barru) yaitu 690 hari dengan biaya langsung senilai Rp. 70,715,855,296.40 setelah dilakukan analisa dengan *Crash Program* didapat durasi 654 hari dengan biaya proyek Rp. 70,719,807,582.11.

4.4 Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan *Least Cost Analysis*

Untuk mempercepat durasi proyek dengan *Project Crashing* dibutuhkan tambahan biaya sebagai penggantinya, dengan langkah pertama melakukan tambahan biaya langsung (*Direct Cost*) dengan perbaikan jadwal pada lintasan kritis, setelah itu langkah kedua adalah melakukan *Least Cost Analysis* atau analisa durasi dengan dengan biaya total proyek yang minimal.

Total durasi dan biaya minimum Pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare paket 407 berdasarkan metode *Least Cost Analysis* ditabulasikan pada Tabel 4.7 dengan perhitungan sebagai berikut;

Contoh perhitungan *Least Cost Analysis* dengan target percepatan 661 hari.

$$W = 661 \text{ hari}$$

$$\text{Direct Cost} = \text{Rp. } 70,716,250,524.97$$

Indirect Cost =

$$\text{- Persiapan Mobilisasi} = \text{Rp. } 121.185.000$$

$$\text{- Pekerjaan Persiapan} = \text{Rp. } 178.500.000$$

$$\text{- Biaya Fasilitas dan Utilitas} = \text{Rp. } 411.300.000 +$$

$$\text{Jumlah} = \text{Rp. } 710.985.000$$

$$\text{Indirect Cost} = 710.985.000 - 4,2\% = 681,123,630$$

$$\text{Bonus} = \text{Rp. } 0,00$$

$$\text{Least Cost Analysis} = \text{Direct Cost} + \text{Indirect Cost}$$

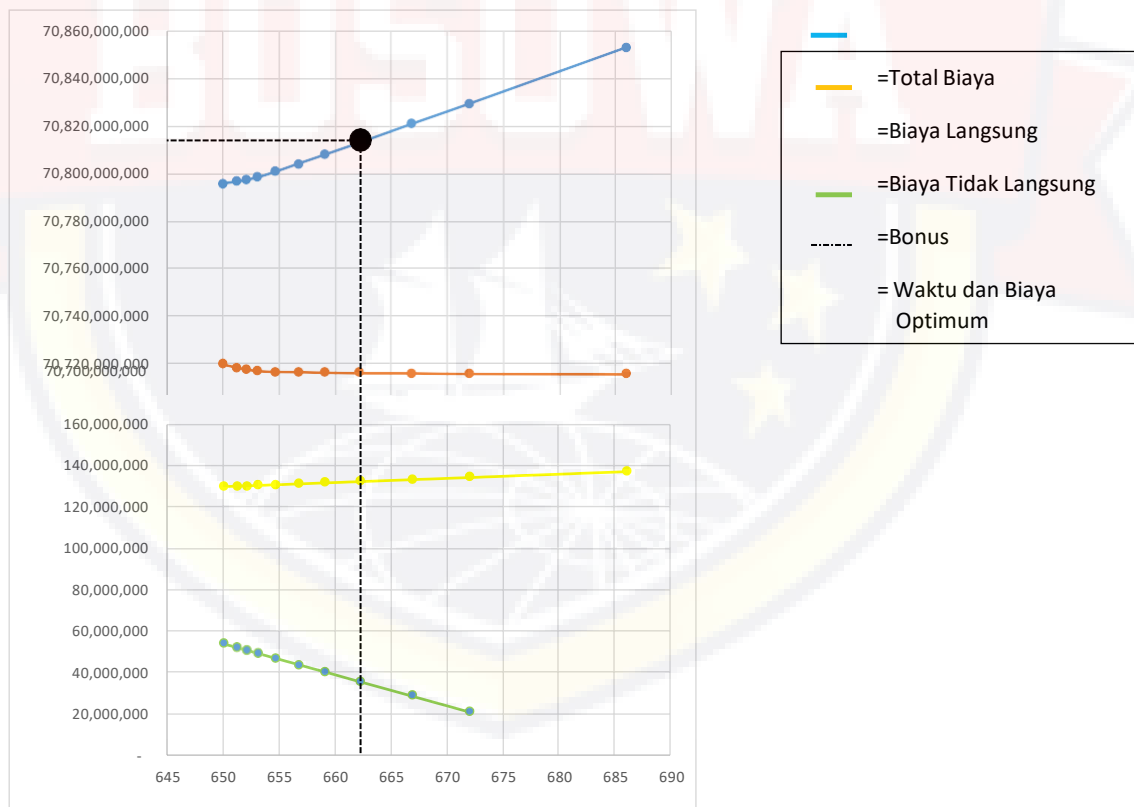
$$= 70,716,250,524 + 681,123,630$$

$$= 71,397,857,212$$

Dalam analisa ini direncanakan biaya tidak langsung di dapatkan dari persiapan mobilisasi, pekerjaan persiapan, fasilitas dan utilitas. Berikut hasil perhitungan waktu dan biaya dengan menggunakan metode *Least Cost Analysis* pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Perhitungan Waktu dan Biaya dengan *Least Cost Analysis*

TARGET PERCEPATAN (hari)	BIAYA LANGSUNG (Rp)	BIAYA TIDAK LANGSUNG (Rp)	TOTAL BIAYA (Rp)
690	70,715,855,296	710,985,000	71,426,840,296
676	70,716,001,677	696,765,300	71,412,766,977
671	70,716,250,525	691,788,405	71,408,038,930
666	70,716,294,439	686,811,510	71,403,105,949
663	70,716,514,011	683,256,585	71,399,770,596
661	70,716,733,582	681,123,630	71,397,857,212
659	70,716,843,368	678,990,675	71,395,834,043
658	70,717,172,725	678,279,690	71,395,452,415
657	70,717,831,439	677,568,705	71,395,400,144
656	70,718,490,154	676,857,720	71,395,347,874
654	70,719,807,582	674,013,780	71,393,821,362



Gambar 2. Grafik Perhitungan Total Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Least Cost Analysis*

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas dapat dilihat bahwa pelaksanaan proyek dengan total biaya percepatan yang minimum adalah 661 hari dengan total biaya Rp. 71,397,857,212 yang mana total biaya proyek dengan durasi 690 hari termasuk biaya tidak langsung sebesar Rp. 71,426,840,296. Hal ini menunjukkan bahwa waktu percepatan optimal adalah $690 - 661 = 29$ hari, sedangkan secara keseluruhan total biaya setelah percepatan mengalami penurunan sebesar Rp. 28,983,084,00. Persentase penurunan biaya sebesar 0,6 %.

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare Paket dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan *Project Crashing* berdasarkan *Cost Slope* terkecil pada setiap lintasan kritis diperoleh durasi percepatan 654 hari dari durasi normal 690 hari, ternyata terjadi kenaikan biaya langsung dari Rp. 70,715,855,296.40 menjadi Rp. 70,719,807,582.11, berarti terjadi kenaikan biaya sebesar Rp. 3,952,285.71 atau naik sebesar 0,01%.
2. Total biaya pada pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar – Parepare Km 32+600 s/d Km 36+600 Antara Maros-Barru (MYC 2018-2020) secara keseluruhan yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung berupa biaya pengawasan dan bonus percepatan berdasarkan metode *Least Cost Analysis* didapat target percepatan yang optimum yaitu 661 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 71,397,857,212 yang mana total biaya proyek dengan durasi 690 hari termasuk biaya tidak langsung sebesar Rp. 71,426,840,296. Hal ini menunjukkan bahwa waktu percepatan optimal adalah $690 - 661 = 29$ hari, sedangkan secara keseluruhan total biaya setelah percepatan mengalami penurunan sebesar Rp. 28,983,084. Persentase penurunan biaya sebesar 0,06 %.

Dari analisa dan perhitungan menggunakan metode Least Cost Analysis ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan usaha percepatan suatu proyek dengan pertimbangan yaitu bisa mendapatkan total pengeluaran biaya untuk pelaksanaan proyek secara keseluruhan yang besarnya paling minimum dan durasi yang optimal.

5.2 Saran

Dalam perkembangan Tugas Akhir ini, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk:

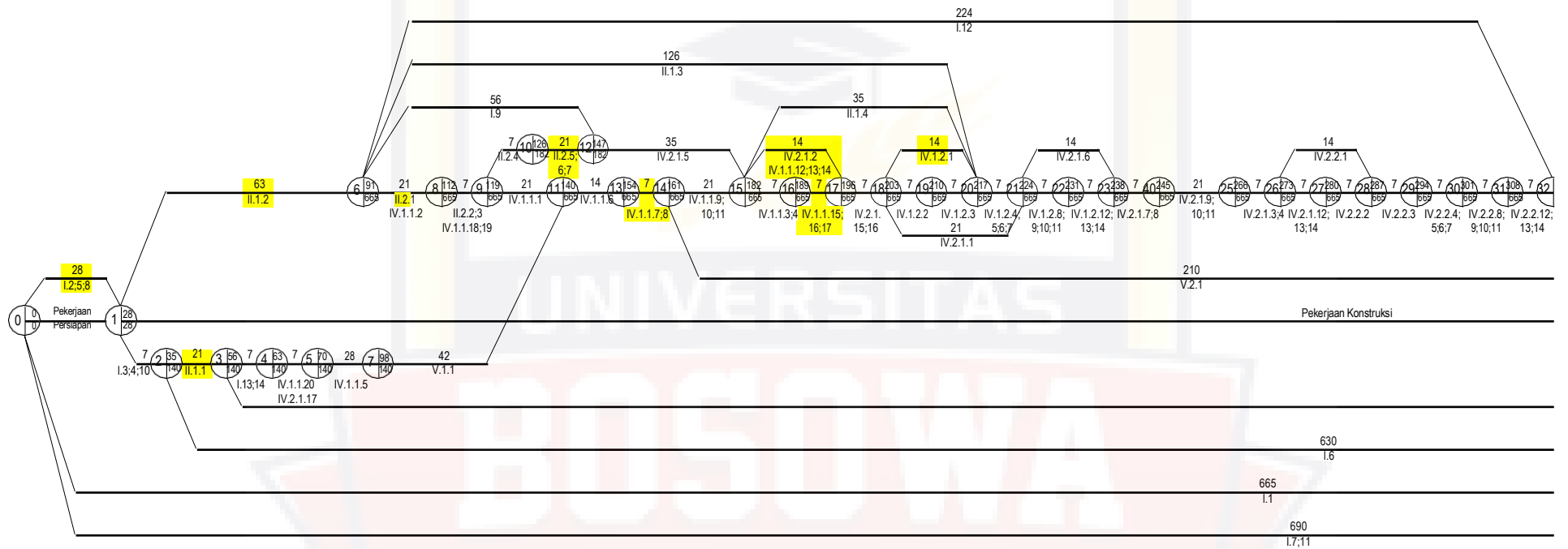
1. Melakukan percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan metode yang berbeda, misalnya dengan penambahan tenaga kerja. Bandingkan pertambahan biayanya dengan yang melakukan kerja lembur, manakah yang lebih minimum.

Daftar Pustaka

- Bachtiar, D. (2012). Pengaruh motivasi dan lingkungan kerja terhadap kinerja karyawan. *Management analysis journal*, 1(1).
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen proyek konstruksi. *Andi, Yogyakarta*.
- Husen, A. 2010. Manajemen Proyek. Andi Offset. Yogyakarta.
- Husen, Abrar, 2011, "Manajemen Proyek", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Nurhayati, 2010. Manajemen Proyek. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Putra, Y., & Hartati, S. (2017). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkar Kota Dumai. *Jurnal Saintis*, 17(1), 100-113.
- Putri, A. I. (2019). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Optimalization The Time And Cost Of The Project With The Addition Of Work Using The Method Of Time Cost Trade Off)(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta).
- Proboyo, B. (1999). Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-penyebabnya. *Civil Engineering Dimension*, 1(1), 46-58.
- Rouli, Y. (2018). PENJADWALAN PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD PADA PROYEK STRUKTUR (Studi kasus: Pembangunan Cinema Apartement Grand Jati Junction Medan).
- Tarore, H. (2002). Jaringan Kerja Dengan Metode CPM, PERT, PDM.
- Tulus, MA, 1996, Manajemen Sumber Daya Manusia, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

NET WORK PLANING

Pekerjaan : Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare Km 32+600 s/d Km 36+600 Antara Maros



I. UMUM

- 1 Pengukuran, Pasang Patok Profil Track
- 2 Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material
- 3 Pembuatan Papan Nama Proyek
- 4 Penerangan Lengkap Peralatan Direksi
- 5 Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi
- 6 Gambar Shop Drawing dan As Build Drawing
- 7 Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan
- 8 Akses Road
- 9 Jembatan Sementara
- 10 Peralatan K3 dan Papan K3
- 11 Dokumentasi
- 12 Dewatering
- 13 Pemindahan Utilitas SUTM
- 14 Pemindahan Utilitas PDAM

II. PEKERJAAN SIPIL

II.1. Pekerjaan Badan Jalan KA

- 1 Sondir
- 2 Cleaning & Grubing
- 3 Dolken
- 4 Sesek Bambu
- 5 Geotextile
- 6 Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pematatan
- 7 Sub Ballast
- 8 Gebalan Rumpuk
- 9 Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test
- 10 Pemasangan U-Ditch Precast K-350
- 11 Pemasangan Pagar Panel
- 12 Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri

II.2. Pekerjaan Retaining Wall

- 1 Galian Tanah Biasa
- 2 Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)
- 3 Pasir Urug
- 4 Lantai Kerja K-175
- 5 Membuat Retaining Wall dari Beton K-300
- 6 Pembesian
- 7 Bekisting

III. PEKERJAAN TRACK

- 1 Pengadaan Balas Kricak
- 2 Mengajarkan Balas Kricak
- 3 Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi
- 4 Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat
- 5 Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60 dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi
- 6 Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan
- 7 Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus
- 8 Pemasangan Track
- 9 Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)
- 10 Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)

IV. PEKERJAAN JEMBATAN

IV.1&2.1. Bangunan Bawah

- 1 Galian Tanah
- 2 Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment
- 3 Urugan Sirtu dibelakang Abutment
- 4 Common Backfill
- 5 Bore Pile dia 0.8 m'
- 6 Chipping Pile
- 7 Pasir Urug

IV.1&2.2. Bangunan Atas

- 1 I Girder L= 60&40m'
- 2 Dudukan dan Bearing Pad L= 30&40m'
- 3 Diafragma Bentang L= 30&40m'
- 4 Plat Deck
- 5 Plat Lantai K-250
- 6 Bekisting Plat Lantai
- 7 Besi Plat Lantai
- 8 Expantion Joint
- 9 Railing Beton K-250
- 10 Bekisting Railing Beton
- 11 Besi Railing Beton
- 12 Railing Besi
- 13 Cor Beton Tutup Saluran
- 14 Pipa Drainase Ø200 mm

V. PEKERJAAN BOX CULVERT

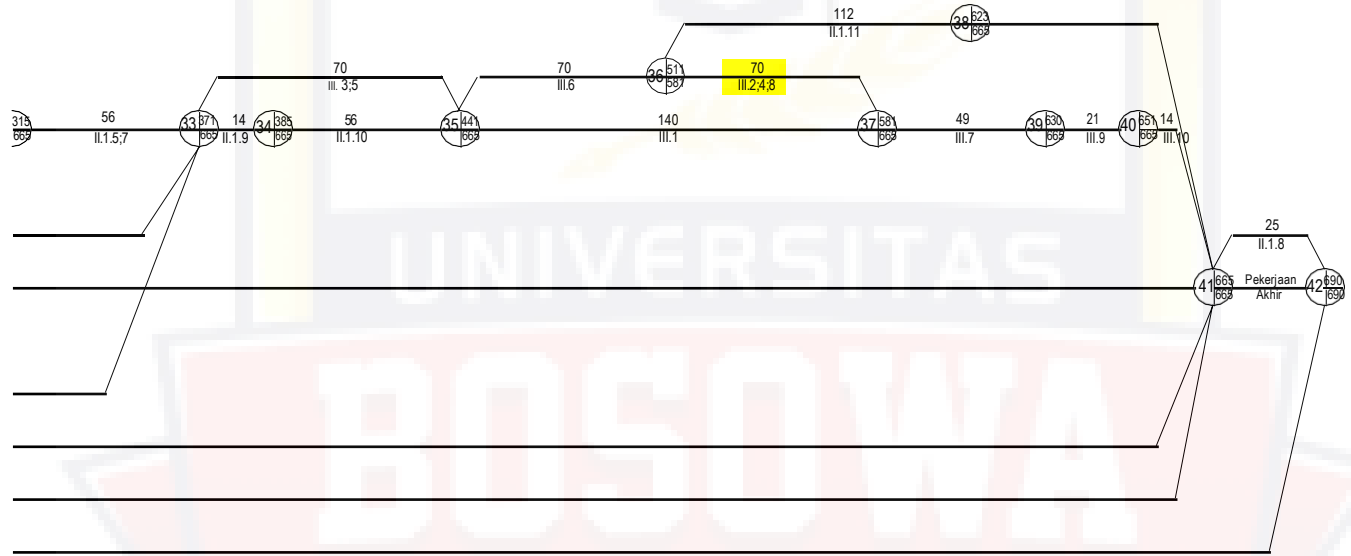
V.1. Underpass

- 1 Underpass 5 x 4,2

V.2. Saluran Penyeimbang

- 2 Box Penyeimbang 2 x 2

- Barru (MYC 2018-2020)



No.	slope terkecil	Simbol
1	Waktu Pelaksanaan	
2	Cleaning & Grubing	II.1.2
3	Mengerjakan Balas Kricak	III.2
4	Sondir	II.1.1
5	1 Girder L= 30 m	IV.1.2.1
6	Galian Tanah Biasa	II.2.1
7	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	I.2
8	Membuat Retaining Wall dan Beton K-300	II.2.5
9	Pembesian Pilar	IV.1.1.14
10	Lantai Kerja Plec Cap K-175	IV.1.1.8
11	Cor Beton Plat Injak K-250	IV.1.1.16

0
0
0

0
0

**Rekapitulasi
Daftar Kuantitas dan Harga**

Pekerjaan : Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare Km 32+600 s/d Km 36+600 Antara Maros - Barru (MYC 2018-2020)

Lokasi : Maros - Barru (CT.407)

Lintas : Makassar - Parepare

No. Divisi	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan	
1	PEKERJAAN UMUM	Rp	2,402,770,660.00
2	PEKERJAAN SIPIL		
2.1	Pekerjaan Badan Jalan KA	Rp	39,044,297,416.00
2.2	Pekerjaan Retaining Wall	Rp	394,425,172.00
3	PEKERJAAN TRACK	Rp	7,145,063,200.00
4	PEKERJAAN JEMBATAN		
4.1	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m	Rp	10,247,812,321.04
4.2	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m	Rp	5,981,185,687.36
5	PEKERJAAN BOX CULVERT	Rp	5,508,799,000.00
(A) TOTAL		Rp	70,724,353,456.40
(B) PPh 10%		Rp	7,072,435,345.64
(C) TOTAL HARGA		Rp	77,796,788,802.04
(D) DIBULATKAN		Rp	77,796,788,000.00

Terbilang : TUJUH PULUH TUJUH MILYAR TUJUH RATUS SEMBILAN PULUH ENAM JUTA TUJUH RATUS DELAPAN PULUH DELAPAN RIBU RUPIAH

PT. THAMRIN CITRA MULIA
PT. TUJU WALI WALLI, KSO

SUNALDI
KUASA KSO

DAFTAR HARGA SATUAN UPAH DAN BAHAN

Pekerjaan : Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare Km 32+600 s/d Km 36+600 Antara Maros - Barru (MYC 2018-2020)
Lokasi : Maros - Barru (CT.407)
Lintas : Makassar - Parepare

NO	URAIAN	HARGA SATUAN (Rp)	KETERANGAN
I.	HARGA UPAH :		
1	Pekerja	80,000.00 / oh	
2	Pekerja jaga	75,000.00 / oh	
3	Tenaga bongkar	100,000.00 / oh	
4	Pelaksana	125,000.00 / oh	
5	Pelaksana (Bongkar)	125,000.00 / oh	
6	Tukang	108,000.00 / oh	
7	Tukang Kayu	100,000.00 / oh	
8	Tukang Batu	100,000.00 / oh	
9	Tukang Besi	125,000.00 / oh	
10	Tukang Las	125,000.00 / oh	
11	Tukang Cat	150,000.00 / oh	
12	Tukang Gerinda	80,000.00 / oh	
13	Kepala Tukang	130,000.00 / oh	
14	Mandor	92,000.00 / oh	
15	Pengawas	200,000.00 / oh	
16	Juru Ukur	100,000.00 / oh	
17	Juru Gambar	100,000.00 / oh	
18	Operator	86,500.00 / oh	
19	Operator komputer	100,000.00 / oh	
20	Pembantu Operator	80,000.00 / oh	
21	Tenaga pelaksana	100,000.00 / oh	
22	Tenaga ahli	125,000.00 / oh	
23	Administrasi	100,000.00 / oh	
24	Pekerja Khusus	125,000.00 / oh	
25	Tenaga Keamanan	80,000.00 / oh	

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

Pekerjaan : Pembangunan Jalur KA Lintas Makassar-Parepare Km 32+600 s/d Km 36+600 Antara Maros - Barru (MYC 2018-2020)
 Lokasi : Maros - Barru (CT.407)
 Lintas : Makassar - Parepare

NO	KODE SPESIFIKASI TEKNIK	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	5	6	7=4x6
I. UMUM						
1	U.4	Pengukuran, Pasang Patok Profil Track	4,000.00	m'	20,873.00	83,492,000.00
2	U.6	Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Material	60.00	m2	226,600.00	13,596,000.00
3	U.7	Pembuatan Papan Nama Proyek	1.00	bh	2,173,200.00	2,173,200.00
4	U.7	Penerangan Lengkap Peralatan Direksi	1.00	ls	25,000,000.00	25,000,000.00
5	U.3	Mobilisasi Peralatan Kerja dan Sosialisasi	1.00	ls	122,970,000.00	122,970,000.00
6	U.12	Gambar Shop Drawing dan As Build Drawing	1.00	ls	5,262,000.00	5,262,000.00
7	U.20-2	Penjagaan Keamanan Lingkungan Pekerjaan	1,380.00	oh	120,000.00	165,600,000.00
8	S.6-S.8	Akses Road	1.00	ls	580,000,000.00	580,000,000.00
9	U.9	Jembatan Sementara	100.00	m'	11,526,089.60	1,152,608,960.00
10	U.9	Peralatan K3 dan Papan K3	1.00	ls	66,000,000.00	66,000,000.00
11	U.17	Dokumentasi	1.00	ls	13,500,000.00	13,500,000.00
12		Dewatering	1.00	ls	68,568,500.00	68,568,500.00
13		Pemindahan Utilitas SUTM	4.00	ttk	13,000,000.00	52,000,000.00
14		Pemindahan Utilitas PDAM	4.00	ttk	13,000,000.00	52,000,000.00
JUMLAH I						2,402,770,660.00
II. PEKERJAAN SIPIL						
II.1 Pekerjaan Badan Jalan KA						
1	U.4	Sondir	80.00	ttk	1,820,000.00	145,600,000.00
2	S.2	Cleaning & Grubing	159,380.00	m2	27,300.00	4,351,074,000.00
3		Dolken	25,000.00	m'	16,200.00	405,000,000.00
4		Sesek Bambu	1,000.00	m2	22,700.00	22,700,000.00
5	S.9-S.10	Geotextile	2,050.00	m2	51,900.00	106,395,000.00
6	S.6	Timbunan Tanah Badan KA termasuk Pemasangan	224,244.22	m3	105,300.00	23,612,916,366.00
7	S.8	Sub Ballast	8,716.50	m3	157,700.00	1,374,592,050.00
8	S.18	Gebalan Rumput	39,000.00	m2	10,700.00	417,300,000.00
9		Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test	80.00	titik	5,000,000.00	400,000,000.00
10	S.15	Pemasangan U-Ditch Precast K-350	7,800.00	m'	596,500.00	4,652,700,000.00
11	S.21	Pemasangan Pagar Panel	7,800.00	m'	376,300.00	2,935,140,000.00
12	S.24	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	3,900.00	m'	159,200.00	620,880,000.00
JUMLAH II.1						39,044,297,416.00
II.2 Pekerjaan Retaining Wall						
1	S.3	Galian Tanah Biasa	225.00	m3	55,100.00	12,397,500.00
2	S.16	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)	28.00	m3	362,500.00	10,150,000.00
3	S.8	Pasir Urug	7.00	m3	214,500.00	1,501,500.00
4	J.1-1	Lantai Kerja K-175	14.00	m3	865,300.00	12,114,200.00
5	S.13	Membuat Retaining Wall dari Beton K-300	137.81	m3	1,118,500.00	154,140,485.00
6	J.10-J.12	Pembesian	15,159.10	kg	6,570.00	99,595,287.00
7	J.10-J.12	Bekisting	301.75	m2	346,400.00	104,526,200.00
JUMLAH II.2						394,425,172.00
JUMLAH II (II.1+II.2)						39,438,722,588.00
III. PEKERJAAN TRACK						
1	T.7	Pengadaan Balas Kricak	8,692.00	m3	185,800.00	1,614,973,600.00
2	T.7	Mengerjakan Balas Kricak	8,692.00	m3	40,900.00	355,502,800.00
3	T.4	Muat, Angkut dan Bongkar Bantalan Beton 1435 sampai Lokasi	6,668.00	btg	77,800.00	518,770,400.00
4	T.4	Pemasangan Bantalan Beton beserta Alat Penambat	6,668.00	btg	27,900.00	186,037,200.00
5	T.1	Muat, Angkut dan Bongkar Rel R60 dari Gudang Penimbunan sampai Lokasi	480.00	ton	1,047,440.00	502,771,200.00
6	T.1	Ecer dan Stapling Rel R.60 dari Site ke Lokasi Pekerjaan	480.00	ton	492,100.00	236,208,000.00
7	T.6	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menerus	320.00	ttk	2,350,000.00	752,000,000.00
8	T.8	Pemasangan Track	4,000.00	m'sp	46,300.00	185,200,000.00
9	T.9-T.10	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)	4,000.00	m'sp	120,900.00	483,600,000.00
10	T.9-T.10	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)	4,000.00	m'sp	577,500.00	2,310,000,000.00
JUMLAH III						7,145,063,200.00

NO	KODE SPESIFIKASI TEKNIK	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	5	6	7=4x6
IV.	PEKERJAAN JEMBATAN					
IV.1	Jembatan Km. 32+710 Panjang 60 m'					
IV.1.1	Bangunan Bawah					
1	S.3-1	Galian Tanah	1,336.32	m3	55,100.00	73,631,232.00
2		Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	92.80	m'	1,114,200.00	103,397,760.00
3	S.8-1	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	216.00	m3	225,400.00	48,686,400.00
4	J.1-J.8	Common Backfill	2,520.64	m3	149,600.00	377,087,744.00
5	J.1-J.8	Bore Pile dia 0.8 m'	1,440.00	m'	1,671,000.00	2,406,240,000.00
6	J.1-J.8	Chiping Pile	48.00	ttk	149,200.00	7,161,600.00
7	J.1-J.8	Pasir Urug	55.30	m3	186,800.00	10,330,040.00
8	J.1-J.8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	27.650	m3	1,044,000.00	28,866,600.00
9	J.1-J.8	Cor Beton Abutment K-350	120.24	m3	797,345.00	95,872,762.80
10		Bekisting Abutment	577.32	m2	487,132.00	281,231,046.24
11	J.1-J.8	Pembesian Abutment	216,432.00	kg	6,540.00	1,415,465,280.00
12		Cor Beton Pilar K-350	54.44	m3	806,720.00	43,917,836.80
13		Bekisting Pilar	110.60	m2	487,132.00	53,876,799.20
14		Pembesian Pilar	216,432.00	kg	6,540.00	1,415,465,280.00
15	J.1-J.8	Lantai Kerja Plat Injak K-175	3.60	m3	1,044,000.00	3,758,400.00
16	J.1-J.8	Cor Beton Plat Injak K-250	10.80	m3	699,100.00	7,550,280.00
17	J.1-J.8	Pembesian Plat Injak	1,944.00	kg	6,540.00	12,713,760.00
18	J.1-J.8	PDA Test	3.00	ttk	47,500,000.00	142,500,000.00
19	J.1-J.9	PIT Test	48.00	ttk	800,000.00	38,400,000.00
20	J.1-J.9	Penyelidikan Tanah	3.00	ttk	5,000,000.00	15,000,000.00
JUMLAH IV.1.1						6,581,152,821.04
IV.1.2	Bangunan Atas					
1	J.1-J.12	I Girder L= 30 m'	8.00	bh	379,294,000.00	3,034,352,000.00
2	J.1-J.12	Dudukan dan Bearing Pad L= 30m'	16.00	bh	1,134,000.00	18,144,000.00
3	J.1-J.12	Diafragma Bentang L= 30m'	30.00	bh	4,420,000.00	132,600,000.00
4	J.1-J.12	Plat Deck	180.00	bh	520,000.00	93,600,000.00
5	J.1-J.12	Plat Lantai K-250	93.00	m3	699,100.00	65,016,300.00
6		Bekisting Plat Lantai	108.00	m2	487,132.00	52,610,256.00
7	J.1-J.12	Besi Plat Lantai	4,867.20	kg	6,540.00	31,831,488.00
8	J.13	Expansion Joint	12.40	m'	350,000.00	4,340,000.00
9	J.1-J.12	Railing Beton K-250	28.80	m3	699,100.00	20,134,080.00
10		Bekisting Railing Beton	324.00	m2	487,132.00	157,830,768.00
11	J.1-J.12	Besi Railing Beton	2,995.20	kg	6,540.00	19,588,608.00
12	J.1-J.12	Railing Besi	120.00	m'	220,000.00	26,400,000.00
13		Cor Beton Tutup Saluran	16.20	m3	291,000.00	4,714,200.00
14		Pipa Drainase Ø200 mm	20.40	m'	269,500.00	5,497,800.00
JUMLAH IV.1.2						3,666,659,500.00
JUMLAH IV.1.1+IV.1.2						10,247,812,321.04
IV.2	Jembatan Km. 34+149 Panjang 40 m'					
IV.2.1	Bangunan Bawah					
1	S.3-1	Galian Tanah	1,345.60	m3	55,100.00	74,142,560.00
2		Konstruksi Pengamanan Sementara Galian Abutment	92.80	m'	1,114,200.00	103,397,760.00
3	S.8-1	Urugan Sirtu dibelakang Abutment	368.28	m3	225,400.00	83,010,312.00
4	J.1-J.8	Common Backfill	1,137.36	m3	149,600.00	170,149,056.00
5	J.1-J.8	Bore Pile dia 0.8 m'	960.00	m'	1,671,000.00	1,604,160,000.00
6	J.1-J.8	Chiping Pile	32.00	ttk	149,200.00	4,774,400.00
7	J.1-J.8	Pasir Urug	23.10	m3	186,800.00	4,315,080.00
8	J.1-J.8	Lantai Kerja Pile Cap K-175	11.55	m3	1,044,000.00	12,058,200.00
9	J.1-J.8	Cor Beton Abutment K-350	80.16	m3	797,345.00	63,915,175.20
10		Bekisting Abutment	384.88	m2	487,132.00	187,487,364.16
11	J.1-J.8	Pembesian Abutment	144,288.00	kg	6,540.00	943,643,520.00
12	J.1-J.8	Lantai Kerja Plat Injak K-175	2.40	m3	1,044,000.00	2,505,600.00
13	J.1-J.8	Cor Beton Plat Injak K-250	7.20	m3	699,100.00	5,033,520.00
14	J.1-J.8	Pembesian Plat Injak	1,296.00	kg	6,540.00	8,475,840.00
15	J.1-J.8	PDA Test	2.00	ttk	47,500,000.00	95,000,000.00
16	J.1-J.9	PIT Test	32.00	ttk	800,000.00	25,600,000.00
17	J.1-J.9	Penyelidikan Tanah	2.00	ttk	5,000,000.00	10,000,000.00
JUMLAH IV.2.1						3,397,668,387.36

NO	KODE SPESIFIKASI TEKNIK	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	2	3	4	5	6	7=4x6
IV.2.2 Bangunan Atas						
1	J.1-J.12	I Girder L= 40 m'	4.00	bh	548,174,000.00	2,192,696,000.00
2	J.1-J.12	Dudukan dan Bearing Pad L= 40m'	8.00	bh	1,377,000.00	11,016,000.00
3	J.1-J.12	Diafragma Bentang L= 40m'	15.00	bh	3,760,000.00	56,400,000.00
4	J.1-J.12	Plat Deck	120.00	bh	520,000.00	62,400,000.00
5	J.1-J.12	Plat Lantai K-250	62.00	m3	699,100.00	43,344,200.00
6		Bekisting Plat Lantai	72.00	m2	487,132.00	35,073,504.00
7	J.1-J.12	Besi Plat Lantai	3,244.80	kg	6,540.00	21,220,992.00
8	J.13	Expantion Joint	12.40	m'	350,000.00	4,340,000.00
9	J.1-J.12	Railing Beton K-250	19.20	m3	699,100.00	13,422,720.00
10		Bekisting Railing Beton	216.00	m2	487,132.00	105,220,512.00
11	J.1-J.12	Besi Railing Beton	1,996.80	kg	6,540.00	13,059,072.00
12	J.1-J.12	Railing Besi	80.00	m'	220,000.00	17,600,000.00
13		Cor Beton Tutup Saluran	10.80	m3	291,000.00	3,142,800.00
14		Pipa Drainase Ø200 mm	17.00	m'	269,500.00	4,581,500.00
JUMLAH IV.2.2						2,583,517,300.00
JUMLAH IV.2.1+IV.2.2						5,981,185,687.36
JUMLAH IV (IV.1.1+IV.1.2+IV.2.1+IV.2.2)						16,228,998,008.40
V. PEKERJAAN BOX CULVERT						
V1. Underpass				9		
1	J.1-J.4	Underpass 5 x 4.2	1.00	unit	851,327,000.00	851,327,000.00
V2. Saluran Penyeimbang						
1	S.3-1	Box Penyeimbang 2 x 2	16.00	unit	291,092,000.00	4,657,472,000.00
JUMLAH V						5,508,799,000.00
TOTAL						70,724,353,456.40
PPn 10 %						7,072,435,345.64
TOTAL HARGA						77,796,788,802.04
DIBULATKAN						77,796,788,000.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9 = (6+7+8)
			Akses road 4 x 4000	16000				580,867,200.00
							Dibulatkan	580,000,000.00
9	Jembatan Sementara							
	a. Memancang Glugu termasuk bongkar							
	1.0000	btg	Pohon Kelapa (glugu) dia. 25 cm pj. 6-8 m	375,000.00	375,000.00			375,000.00
	1.0000	bh	Begeul glugu	62,000.00	62,000.00			62,000.00
	0.0010	bh	Sepatu Glugu	91,000.00	91.00			91.00
	0.2000	bh	Cincin Glugu	62,000.00	12,400.00			12,400.00
	3.0000	bh	Baut Glugu diameter 19-400 mm	52,000.00	156,000.00			156,000.00
	1.0000	bh	Paku tirpon / TN	33,000.00	33,000.00			33,000.00
	2.0000	kg	Tambang manila	75,000.00	5,625.00			5,625.00
	0.0750	bh	senteleng bambu	37,000.00				2,775.00
	4.0000	liter	solar	10,200.00	40,800.00			40,800.00
	0.1600	liter	Olie sae 30 - 40	40,000.00	6,400.00			6,400.00
	0.0100	tbng	LPG (12 kg)	234,940.00	2,349.40			2,349.40
	0.0600	btl	Zat asam	365,670.00	21,940.20			21,940.20
	0.005	oh	Pelaksana	125,000.00		625.00		625.00
	0.0110	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		1,375.00		1,375.00
			untuk 4 tumpuan 4.00 x 4.00			Jumlah		720,380.60
								11,526,089.60
	b. Pasang Stapling Bantalan Kayu termasuk bongkar / m' tinggi							
	1.5000	kg	Maskram	38,600.00	57,900.00			57,900.00
	1.5000	oh	Pelaksana	125,000.00		187,500.00		187,500.00
	5.0000	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		625,000.00		625,000.00
			untuk 4 tumpuan 1.00 x 4.00			Jumlah		870,400.00
								3,481,600.00
	c. Pasang Gambangan Bantalan Kayu termasuk bongkar / m2							
	0.005	oh	Pelaksana	125,000.00		625.00		625.00
	0.0110	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		1,375.00		1,375.00
	0.0200	bh	Baut kopel O 19-700 mm	25,000.00	500.00			500.00
	1.0000	bh	Mata bor kayu	58,200.00	58,200.00			58,200.00
	1.0000	kg	Tambang manila	75,000.00	75,000.00			75,000.00
			untuk 4 tumpuan 2.00 x 4.00			Jumlah		135,700.00
								1,085,600.00
	d. Pasang Perancah Type I termasuk bongkar / stel							
	2.000	oh	Pelaksana	125,000.00		250,000.00		250,000.00
	0.1500	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		18,750.00		18,750.00
	5.0000	bh	Baut kopel O 19-700 mm	25,000.00	125,000.00			125,000.00
	0.2000	kg	Tambang manila	75,000.00	15,000.00			15,000.00
			untuk 4 tumpuan 1.00 x 4.00			Jumlah		408,750.00
								1,635,000.00
	e. Pasang Perancah Type II termasuk bongkar / stel							
	2.0000	oh	Pelaksana	125,000.00		250,000.00		250,000.00
	2.0000	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		250,000.00		250,000.00
	5.0000	bh	Baut kopel O 19-700 mm	25,000.00	125,000.00			125,000.00
	0.2000	kg	Tambang manila	75,000.00	15,000.00			15,000.00
			untuk 4 tumpuan 1.00 x 4.00			Jumlah		640,000.00
								2,560,000.00
	f. Pasang Perancah Type III termasuk bongkar / stel							
	4.0000	oh	Pelaksana	125,000.00		500,000.00		500,000.00
	3.0000	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		375,000.00		375,000.00
	6.5000	bh	Baut kopel O 19-700 mm	25,000.00	162,500.00			162,500.00
	0.5000	kg	Tambang manila	75,000.00	37,500.00			37,500.00
			untuk 4 tumpuan 1.00 x 4.00			Jumlah		1,075,000.00
								4,300,000.00
	g. Pasang dan Stel Rasuk Pemikul termasuk bongkar / ton							
	4.0000	oh	Pelaksana	125,000.00		500,000.00		500,000.00
	2.0000	oh	Pelaksana (bongkar)	125,000.00		250,000.00		250,000.00
	5.0000	bh	Baut kopel O 19-700 mm	25,000.00	125,000.00			125,000.00
	0.5000	kg	Tambang manila	75,000.00	37,500.00			37,500.00
			untuk 4 tumpuan 2.00 x 4.00			Jumlah		912,500.00
								7,300,000.00
	h. Sewa Material Penyenggaraan							
	0.4500	btg	Bantalan Kayu Bekas	60 x 4.00	400,000.00	180,000.00		180,000.00
	1.0000	unit	Perancah Type I	60 x 4.00	250,000.00	250,000.00		250,000.00
	1.0000	unit	Perancah Type II	60 x 4.00	350,000.00	350,000.00		350,000.00
	0.0500	ton	Leger Pemikul	60 x 4.00	150,000.00	1,800,000.00		1,800,000.00
						Jumlah		2,580,000.00
								2,580,000.00
	i. Mobilisasi dan Demobilisasi Material Penyenggaraan							
			Mobilisasi dengan truck / ton					
	1.0000	ton	Ongkos angkutan dengan truck	3,500,000.00		3,500,000.00		3,500,000.00
	6.000	kg	kawat pral	29,200.00	175,200.00			175,200.00
	0.0500	oh	mandor	92,000.00		4,600.00		4,600.00
	5.0000	oh	pekerja	80,000.00		400,000.00		400,000.00
			untuk 4 tumpuan 1.00 x 4.00			Jumlah		4,079,800.00
								8,159,600.00
	0.5000	btg	Bantalan Kayu Bekas	x 0.05	8,159,600.00	203,990.00		203,990.00
	1.0000	unit	Perancah Type I	x 0.244	8,159,600.00	1,990,942.40		1,990,942.40
	1.0000	unit	Perancah Type II	x 0.352	8,159,600.00	2,872,179.20		2,872,179.20

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9 = (6+7+8)
	0.0500	ton	Rasuk Pemikul	8,159,600.00	407,980.00			407,980.00
							Jumlah	5,475,091.60
j. Muat bongkar Material Penyanggaan								
- Muat Bongkar Bantalan Kayu Bekas								
	0.5000	btg	bantalan kayu bekas	400,000.00	200,000.00			200,000.00
	5.0000	oh	pekerja	80,000.00		400,000.00		400,000.00
- Muat Bongkar Perancah								
	1.0000	unit	perancah	320,000.00	320,000.00			320,000.00
	4.0000	oh	pekerja	80,000.00		320,000.00		320,000.00
- Muat bongkar Rasuk Pemikul Rail R54								
	6.0000	kg	kawat pral	29,200.00	175,200.00			175,200.00
	5.0000	oh	pekerja	80,000.00		400,000.00		400,000.00
	0.0500	oh	mandor	92,000.00		4,600.00		4,600.00
							Jumlah	1,819,800.00
			Biaya per 32 m'				Jumlah a ~ j	39,203,181.20
			Biaya per m'					1,225,099.41
							Dibulatkan	1,225,000.00
10	Peralatan K3 dan Papan K3							
Peralatan keselamatan kerja								
	1.0000	ls	Safety line, rambu-rambu, dll	12,000,000.00	12,000,000.00			12,000,000.00
	1.0000	ls	APD (Alat Pelindung Diri)	54,000,000.00	54,000,000.00			54,000,000.00
							Jumlah	66,000,000.00
							Dibulatkan	66,000,000.00
11	Dokumentasi							
Dokumen Pelaporan Proyek Selama Pekerjaan Berlangsung								
	1.0000	bln	Dokumentasi (photo, data lapangan, dll)	6,500,000.00	6,500,000.00			6,500,000.00
	1.0000	bln	Laporan Bulanan	7,000,000.00	7,000,000.00			7,000,000.00
							Jumlah	13,500,000.00
							Dibulatkan	13,500,000.00
12	Dewatering							
Mengisi karung dengan tanah / m3								
	0.0150	m3	tanah	287,400.00	4,311.00			4,311.00
	0.4000	oh	pekerja	80,000.00		32,000.00		32,000.00
	0.0100	oh	mandor	92,000.00		920.00		920.00
							Jumlah	37,231.00
	0.0250	m3	tanah 0.2 x 0.4 x 1	37,231.00	930.78			930.78
	1.0000	bh	karung plastik	2,000.00	2,000.00			2,000.00
	1.0000	m'	Dolken	16,250.00	16,250.00			16,250.00
	3.0000	oh	pekerja	80,000.00		240,000.00		240,000.00
	0.1000	oh	mandor	92,000.00		9,200.00		9,200.00
							Jumlah per m'	342,842.78
			biaya per 200 m'					68,568,555.00
							Dibulatkan	68,568,500.00
13	Pemindahan Utilitas SUTM							
Pekerjaan Pemindahan Utilitas SUTM								
	1.0000	ttk	Pemindahan Utilitas SUTM	13,000,000.00		13,000,000.00		13,000,000.00
							Jumlah	13,000,000.00
							Dibulatkan	13,000,000.00
14	Pemindahan Utilitas PDAM							
Pekerjaan Pemindahan Utilitas PDAM								
	1.0000	ttk	Pemindahan Utilitas PDAM	13,000,000.00		13,000,000.00		13,000,000.00
							Jumlah	13,000,000.00
							Dibulatkan	13,000,000.00
II. PEKERJAAN SIPIL								
II.1	Pekerjaan Badan Jalan KA							
1	Sondir							
Pekerjaan Sondir Test								
	1.0000	ttk	Penyelidikan Tanah / Sondir	1,820,000.00		1,820,000.00		1,820,000.00
							Jumlah	1,820,000.00
							Dibulatkan	1,820,000.00
2	Clearing & Grubbing							
Pekerjaan clearing & grubbing per m2 dan hasil kupasan langsung dibuang keluar lokasi kerja								
	0.0100	jam	Sewa Excavator PC. 200	350,000.00			3,500.00	3,500.00
	0.0100	jam	Sewa Buldozer TD.25	375,000.00			3,750.00	3,750.00
	0.1000	jam	Sewa Dump Truck Kapasitas 5 ton	200,600.00			20,060.00	20,060.00
							Jumlah	27,310.00
							Dibulatkan	27,300.00
3	Dolken							
Pekerjaan Pemasangan Dolken								
	1.0000	m'	Dolken	16,250.00	16,250.00			16,250.00
							Jumlah	16,250.00
							Dibulatkan	16,200.00
4	Sesek Bambu							
Pekerjaan Pemasangan Sesek Bambu								
	1.0000	m2	Sesek bambu	22,700.00	22,700.00			22,700.00
							Jumlah	22,700.00
							Dibulatkan	22,700.00
5	Geotextile							
Pekerjaan Pemasangan Geotextile								
	1.0000	m2	Geotextile (non woven)	35,000.00	35,000.00			35,000.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6 = (2x5)	7 = (2x5)	8 = (2x5)	9 = (6+7+8)
	1.0000	ls	Alat bantu	4,500.00	4,500.00			4,500.00
	0.0400	oh	Pekerja	80,000.00		3,200.00		3,200.00
	0.1000	oh	Mandor	92,000.00		9,200.00		9,200.00
						Jumlah		51,900.00
						Dibulatkan		51,900.00
6	Timbunan Tanah Badan Jalan KA termasuk Pematatan							
a.	Pengadaan tanah merah untuk badan jalan KA termasuk angkutan sampai di lokasi site							
	0.0100	m3	Tanah	287,400.00	2,874.00			2,874.00
	0.060	oh	Pekerja	80,000.00		4,800.00		4,800.00
	0.001	oh	Mandor	92,000.00		92.00		92.00
	0.100	jam	Sewa Dump Truck 3.5 Ton	160,500.00			16,050.00	16,050.00
	0.100	jam	Sewa wheel loader	240,300.00			24,030.00	24,030.00
	0.100	jam	Sewa Buldozer TD.25	375,000.00			37,500.00	37,500.00
	0.100	jam	Sewa Water Tanker	200,000.00			20,000.00	20,000.00
						Jumlah		105,346.00
						Dibulatkan		105,300.00
7	Pekerjaan sub balas untuk badan jalan KA							
	Sub Ballas untuk badan jalan KA per m3							
	0.7500	m3	Sirtu	177,000.00	132,750.00			132,750.00
	1.0000	m3	Menghampar, meratakan berikut pematatan	25,000.00			25,000.00	25,000.00
						Jumlah		157,750.00
						Dibulatkan		157,700.00
8	Gebalan Rumput							
	Pekerjaan Pemasangan Gebalan Rumput							
	1.0000	m2	Gebalan Rumput	10,700.00	10,700.00			10,700.00
						Jumlah		10,700.00
						Dibulatkan		10,700.00
9	Biaya Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test							
	Pekerjaan Pengujian Pekerjaan Plate Bearing Test per titik							
	1.0000	unit	Test pematatan (plate bearing test)	5,000,000.00		5,000,000.00		5,000,000.00
						Jumlah		5,000,000.00
						Dibulatkan		5,000,000.00
10	U-Ditch Precast K-350							
	Pemasangan U-Ditch Precast K-350							
	0.0100	m'	Uditch Precast K.350	750,000.00	7,500.00			7,500.00
	6.500	oh	Pekerja	80,000.00		520,000.00		520,000.00
	0.751	oh	Mandor	92,000.00		69,092.00		69,092.00
						Jumlah		596,592.00
						Dibulatkan		596,500.00
11	Pemasangan Pagar Panel							
	Pekerjaan Pemasangan Pagar Panel							
	0.250	m	Pagar Panel beton Uk. 8x45x295 cm	309,400.00	77,350.00			77,350.00
	0.200	m	Kolom Beton uk. 15x20x300 cm	507,000.00	101,400.00			101,400.00
	1.500	oh	Pekerja	80,000.00		120,000.00		120,000.00
	0.500	oh	Tukang batu	100,000.00		50,000.00		50,000.00
	0.300	oh	Mandor	92,000.00		27,600.00		27,600.00
						Jumlah		376,350.00
						Dibulatkan		376,300.00
12	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri							
	Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri							
	1.0000	m	Pengadaan dan Pemasangan Pagar Duri	159,250.00	159,250.00			159,250.00
						Jumlah		159,250.00
						Dibulatkan		159,200.00
II.2	Pekerjaan Retaining Wall							
1	Galian Tanah Biasa							
	Galian Tanah per m3							
	0.655	oh	Pekerja	80,000.00		52,400.00		52,400.00
	0.030	oh	Mandor	92,000.00		2,760.00		2,760.00
						Jumlah		55,160.00
						Dibulatkan		55,100.00
2	Pasangan Batu Kosong dibawah Konstruksi (Coble Stone)							
	Pasangan Batu Kosong per m3							
	0.4500	m3	Batu belah	388,800.00	174,960.00			174,960.00
	2.000	oh	Pekerja	80,000.00		160,000.00		160,000.00
	0.300	oh	mandor	92,000.00		27,600.00		27,600.00
						Jumlah		362,560.00
						Dibulatkan		362,500.00
3	Pasir Urug							
	Urugan Pasir per m3							
	0.5000	m3	Pasir urug	177,000.00	88,500.00			88,500.00
	1.000	oh	Pekerja	80,000.00		80,000.00		80,000.00
	0.500	oh	Mandor	92,000.00		46,000.00		46,000.00
						Jumlah		214,500.00
						Dibulatkan		214,500.00
4	Lantai Kerja K-175							
	Lantai Kerja K-175 per m3							
	0.750	m3	Beton Readymix K.175	815,100.00	611,325.00			611,325.00
	1.500	oh	Pekerja	80,000.00		120,000.00		120,000.00
	0.750	oh	Mandor	92,000.00		69,000.00		69,000.00
	0.650	oh	Tukang Batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6 = (2x5)	7 = (2x5)	8 = (2x5)	9 = (6+7+8)
	0.101	oh	Pekerja	80,000.00		8,096.00		8,096.00
	0.009	oh	Mandor	92,000.00		818.80		818.80
						Jumlah		492,118.80
						Dibulatkan		492,100.00
7	Mengelas Rel R.60 dengan Flash Butt menjadi Panjang Menurus							
	1	ttk	Las Flash Butt	2,350,000.00		2,350,000.00		2,350,000.00
						Jumlah		2,350,000.00
						Dibulatkan		2,350,000.00
8	Pemasangan Track							
			Pekerjaan pemasangan Track					
	0.514	oh	Pekerja	80,000.00		41,120.00		41,120.00
	0.019	oh	Mandor	92,000.00		1,748.00		1,748.00
	0.1650	ls	Alat bantu pekerjaan rel	21,250.00			3,506.25	3,506.25
						Jumlah		46,374.25
						Dibulatkan		46,300.00
9	Angkat Listring dan Tamping Awal dengan Alat (HTT)							
			Tamping dengan HTT / m'sp (KM Perhubungan 2014)					
			Angkat listring sd. dengan kec. 20 km/jam dari 5 km/jam (m'sp)					
	0.250	oh	Pekerja	80,000.00		20,000.00		20,000.00
	0.025	oh	Mandor	92,000.00		2,300.00		2,300.00
			Angkat listring sd. dengan kec. 40 km/jam dari 20 km/jam (m'sp)					
	0.450	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.050	oh	Mandor	92,000.00		4,600.00		4,600.00
	1.0000	ls	alat bantu	4,500.00		4,500.00	4,500.00	9,000.00
			Angkat Lestreg dengan HTT s.d kec 60 km/jam					
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.055	oh	Mandor	92,000.00		5,060.00		5,060.00
						Jumlah		120,960.00
						Dibulatkan		120,900.00
10	Angkat Listring Track dengan MTT+PBR (sampai kec. KA normal)							
			Dikerjakan dengan alat berat (MTT, PBR, VDM, dsb)					
	0.5500	oh	Juru Ukur	100,000.00		55,000.00		55,000.00
	0.5000	oh	Pekerja	80,000.00		40,000.00		40,000.00
			Sesuai surat DIRTEK / KJ no. PL.402/IX/1/KA/2008					
			Biaya yang harus dibayar ke PT.KAI (tanggal 3 September 2008)					
	3.0000	msp	MTT 09-16 CAT	155,000.00			465,000.00	465,000.00
	1.0000	msp	PBR 400	17,500.00			17,500.00	17,500.00
						Jumlah		577,500.00
						Dibulatkan		577,500.00
IV.	PEKERJAAN JEMBATAN							
IV.1.1&IV.2.1	Bangunan Bawah							
1	Galian Tanah							
	0.655	oh	Pekerja	80,000.00		52,400.00		52,400.00
	0.030	oh	Mandor	92,000.00		2,760.00		2,760.00
						Jumlah		55,160.00
						Dibulatkan		55,100.00
2	Konstruksi Pengaman Sementara Galian Abutment							
	1.0000	kg	sewa Hbeam 300	12,000.00	12,000.00			12,000.00
	0.1200	m3	Kayu Kelas II	4,000,000.00	480,000.00			480,000.00
	0.3500	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.7500	oh	Tukang Kayu	100,000.00		75,000.00		75,000.00
	1.7500	oh	Pekerja	80,000.00		140,000.00		140,000.00
	1.0000	oh	Tukang las	125,000.00		125,000.00		125,000.00
	0.5000	hr	Mesin Las	250,000.00		125,000.00	125,000.00	250,000.00
						Jumlah		1,114,200.00
						Dibulatkan		1,114,200.00
3	Urugan Sirtu dibelakang Abutment							
	0.7500	m3	Sirtu	177,000.00	132,750.00			132,750.00
	0.5500	m3	Menghampar, meratakan berikut pepadatan	168,500.00			92,675.00	92,675.00
						Jumlah		225,425.00
						Dibulatkan		225,400.00
4	Common Backfill							
	0.0750	m3	Tanah	287,400.00	21,555.00			21,555.00
	0.35	oh	Pekerja	80,000.00		28,000.00		28,000.00
	0.035	oh	Mandor	92,000.00		3,220.00		3,220.00
	0.0125	jam	Sewa Wheel Loader	240,300.00			3,003.75	3,003.75
	0.125	jam	Sewa Dump Truck Kapasitas 5 ton	200,600.00			25,075.00	25,075.00
		jam	Sewa Motor Grader	345,000.00			-	-
	0.1250	jam	Sewa Vibro Roller	350,000.00			43,750.00	43,750.00
	0.125	jam	Sewa Water Tanker	200,000.00			25,000.00	25,000.00
		ls	Lain lain				-	-
						Jumlah		149,603.75
						Dibulatkan		149,600.00
5	Bore Pile dia 0.8 m'							
	1.000	kg	Pembesian	197,620.00	197,620.00			197,620.00
	1.000	m3	Beton Readymix K.350	1,070,600.00	1,070,600.00			1,070,600.00
	0.257	oh	Mandor	92,000.00		23,644.00		23,644.00
	0.350	oh	Pekerja	80,000.00		28,000.00		28,000.00
	1.000	oh	Operator	86,500.00		86,500.00		86,500.00
	1.0000	ls	Mob demob Mesin bor pile	125,000.00			125,000.00	125,000.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9 = (6+7+8)
	0.125	jam	Sewa alat bor pile	550,000.00			68,750.00	68,750.00
	0.125	jam	Sewa pompa air 4 inch	65,000.00			8,125.00	8,125.00
	0.125	jam	Sewa crane 35 ton	500,000.00			62,500.00	62,500.00
							Jumlah	1,670,739.00
							Dibulatkan	1,671,000.00
6	Chiping Pile							
	0.6500	oh	Pekerja	80,000.00		52,000.00		52,000.00
	0.6500	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.3500	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
							Jumlah	149,200.00
							Dibulatkan	149,200.00
7	Pasir Urug							
	Urugan Pasir per m3							
	0.6250	m3	Pasir urug	177,000.00	110,625.00			110,625.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
							Jumlah	186,825.00
							Dibulatkan	186,800.00
8	Lantai Kerja K-175							
	Lantai Kerja K-175 per m3							
	1.000	m3	Beton Readymix K.175	815,100.00	815,100.00			815,100.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang Batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.675	oh	Kepala Tukang	130,000.00		87,750.00		87,750.00
							Jumlah	1,044,050.00
							Dibulatkan	1,044,000.00
9	Cor Beton Abutment K-350							
	Beton Abutment K-350 per m3							
	0.450	m3	Beton ready mix K 350	1,070,600.00	481,770.00			481,770.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.100	jam	Concrete Pump	500,000.00		50,000.00		100,000.00
	0.125	jam	Concrete Vibrator	75,000.00		9,375.00		9,375.00
							Jumlah	797,345.00
							Dibulatkan	797,345.00
10	Bekisting Abutment							
	Pekerjaan Bekisting Abutment per m2							
	0.150	m3	Kayu kelas III	2,189,300.00	328,395.00			328,395.00
	1.250	kg	Paku campur	19,000.00	23,750.00			23,750.00
	0.350	lbr	Multiplek 9 mm	95,000.00	33,250.00			33,250.00
	0.1500	m'	Dolken	16,250.00	2,437.50			2,437.50
	0.4500	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.1500	oh	Mandor	92,000.00		13,800.00		13,800.00
	0.1500	oh	Tukang kayu	100,000.00		15,000.00		15,000.00
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.1500	oh	Tenaga bongkar	100,000.00		15,000.00		15,000.00
							Jumlah per m3	487,132.50
							Dibulatkan	487,132.00
11	Pembesian Abutment							
	Pembesian per Kg							
	0.015	kg	Besi beton U 39 uilir	19,025.00	285.38			285.38
	0.015	kg	Kawat beton	21,000.00	315.00			315.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.015	oh	Tukang besi	125,000.00		1,875.00		1,875.00
							Jumlah	6,547.38
							Dibulatkan	6,540.00
12	Cor Beton Pilar K-350							
	Beton Pilar K-350 per m3							
	0.450	m3	Beton Readymix K.350	1,070,600.00	481,770.00			481,770.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.100	jam	Concrete Pump	500,000.00		50,000.00		100,000.00
	0.125	jam	Concrete Vibrator	75,000.00		9,375.00		18,750.00
							Jumlah	806,720.00
							Dibulatkan	806,720.00
13	Bekisting Pilar			350,000.00				
	Pekerjaan Bekisting Pilar per m2							
	0.150	m3	Kayu kelas III	2,189,300.00	328,395.00			328,395.00
	1.250	kg	Paku campur	19,000.00	23,750.00			23,750.00
	0.350	lbr	Multiplek 9 mm	95,000.00	33,250.00			33,250.00
	0.1500	m'	Dolken	16,250.00	2,437.50			2,437.50
	0.4500	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.1500	oh	Mandor	92,000.00		13,800.00		13,800.00
	0.1500	oh	Tukang kayu	100,000.00		15,000.00		15,000.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9 = (6+7+8)
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.1500	oh	Tenaga bongkar	100,000.00		15,000.00		15,000.00
						Jumlah per m3		487,132.50
						Dibulatkan		487,132.00
14	Pembesian Pilar							
	Pembesian per Kg							
	0.015	kg	Besi beton U 39 ulir	19,025.00	285.38			285.38
	0.015	kg	Kawat beton	21,000.00	315.00			315.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.015	oh	Tukang besi	125,000.00		1,875.00		1,875.00
						Jumlah		6,547.38
						Dibulatkan		6,540.00
15	Lantai Kerja K-175							
	Lantai Kerja K-175 per m3							
	1.000	m3	Beton Readymix K.175	815,100.00	815,100.00			815,100.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang Batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.675	oh	Kepala Tukang	130,000.00		87,750.00		87,750.00
						Jumlah		1,044,050.00
						Dibulatkan		1,044,000.00
16	Cor Beton Plat Injak K-250							
	Beton Plat Injak K-250 per m3							
	0.450	m3	Beton Readymix K.250	963,600.00	433,620.00			433,620.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.100	jam	Concrete Pump	500,000.00			50,000.00	50,000.00
	0.125	jam	Concrete Vibrator	75,000.00			9,375.00	9,375.00
						Jumlah		699,195.00
						Dibulatkan		699,100.00
17	Pembesian Plat Injak							
	Pembesian per Kg							
	0.015	kg	Besi beton U 39 ulir	19,025.00	285.38			285.38
	0.015	kg	Kawat beton	21,000.00	315.00			315.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.015	oh	Tukang besi	125,000.00		1,875.00		1,875.00
						Jumlah		6,547.38
						Dibulatkan		6,540.00
18	PDA Test							
	Pekerjaan PDA Test							
	1.0000	titik	PDA test	47,500,000.00		47,500,000.00		47,500,000.00
						Jumlah		47,500,000.00
						Dibulatkan		47,500,000.00
19	PIT Test							
	Pekerjaan PIT Test							
	1.0000	titik	PIT test	800,000.00		800,000.00		800,000.00
						Jumlah		800,000.00
						Dibulatkan		800,000.00
20	Penyelidikan Tanah							
	Pekerjaan Penyelidikan Tanah							
	1.0000	titik	Penyelidikan Tanah	5,000,000.00			5,000,000.00	5,000,000.00
						Jumlah		5,000,000.00
						Dibulatkan		5,000,000.00
IV.1.2&IV.2.2 Bangunan Atas								
1	I Girder L= 30 m' & 40 m'							
	a Pekerjaan pemasangan I Girder L= 30 m'							
	1.0000	bh	I Girder Pracetak L 30	366,790,000.00	366,790,000.00			366,790,000.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	1.0000	ls	Transportasi	7,500,000.00			7,500,000.00	7,500,000.00
	1.0000	ls	Pemasangan	5,000,000.00			5,000,000.00	5,000,000.00
						Jumlah		379,294,072.00
						Dibulatkan		379,294,000.00
	b Pekerjaan pemasangan I Girder L= 40 m'							
	1.0000	bh	I Girder Pracetak L 40	538,170,000.00	538,170,000.00			538,170,000.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	1.0000	ls	Transportasi	5,000,000.00			5,000,000.00	5,000,000.00
	1.0000	ls	Pemasangan	5,000,000.00			5,000,000.00	5,000,000.00
						Jumlah		548,174,072.00
						Dibulatkan		548,174,000.00
2	Dudukan dan Bearing Pad							
	a Pekerjaan dudukan dan Bearing Pad							
	1.0000	bh	Bearing pad L30	1,134,000.00	1,134,000.00			1,134,000.00
						Jumlah		1,134,000.00
						Dibulatkan		1,134,000.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9 = (6+7+8)
	b		Bearing Pad					
	1.0000	bh	Bearing pad L40	1,377,000.00	1,377,000.00			1,377,000.00
							Jumlah	1,377,000.00
							Dibulatkan	1,377,000.00
3	Diafragma							
	a		Pekerjaan Diafragma					
	1.0000	bh	Diafragma L30	3,320,000.00	4,420,000.00			4,420,000.00
							Jumlah	4,420,000.00
							Dibulatkan	4,420,000.00
	b		Pekerjaan Diafragma					
	1.0000	bh	Diafragma L40	3,760,000.00	3,760,000.00			3,760,000.00
							Jumlah	3,760,000.00
							Dibulatkan	3,760,000.00
4	Plat Deck							
			Pekerjaan Plat Deck					
	1.0000	bh	Plat Deck	520,000.00	520,000.00			520,000.00
							Jumlah	520,000.00
							Dibulatkan	520,000.00
5	Plat Lantai K-250							
			Pekerjaan Plat Lantai K-250					
	0.450	m3	Beton Readymix K.250	963,600.00	433,620.00			433,620.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.100	jam	Concrete Pump	500,000.00			50,000.00	50,000.00
	0.125	jam	Concrete Vibrator	75,000.00			9,375.00	9,375.00
							Jumlah	699,195.00
							Dibulatkan	699,100.00
6	Bekisting Plat Lantai							
			Pekerjaan Bekisting Plat Lantai per m2					
	0.150	m3	Kayu kelas III	2,189,300.00	328,395.00			328,395.00
	1.250	kg	Paku campur	19,000.00	23,750.00			23,750.00
	0.350	lbr	Multiplek 9 mm	95,000.00	33,250.00			33,250.00
	0.1500	m'	Dolken	16,250.00	2,437.50			2,437.50
	0.4500	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.1500	oh	Mandor	92,000.00		13,800.00		13,800.00
	0.1500	oh	Tukang kayu	100,000.00		15,000.00		15,000.00
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.1500	oh	Tenaga bongkar	100,000.00		15,000.00		15,000.00
							Jumlah	487,132.50
							Dibulatkan	487,132.00
7	Besi Plat Lantai							
			Pekerjaan Besi Plat Lantai					
	0.015	kg	Besi beton U 39 ulir	19,025.00	285.38			285.38
	0.015	kg	Kawat beton	21,000.00	315.00			315.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.015	oh	Tukang besi	125,000.00		1,875.00		1,875.00
							Jumlah	6,547.38
							Dibulatkan	6,540.00
8	Expansion Joint							
			Pekerjaan Expansion Joint					
	1.0000	m'	Expansion Joint	350,000.00	350,000.00			350,000.00
							Jumlah	350,000.00
							Dibulatkan	350,000.00
9	Railing Beton K-250							
			Pekerjaan Railing Beton K-250					
	0.450	m3	Beton Readymix K.250	963,600.00	433,620.00			433,620.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.100	jam	Concrete Pump	500,000.00			50,000.00	50,000.00
	0.125	jam	Concrete Vibrator	75,000.00			9,375.00	9,375.00
							Jumlah	699,195.00
							Dibulatkan	699,100.00
10	Bekisting Railing Beton							
			Pekerjaan Bekisting Railing Beton per m2					
	0.150	m3	Kayu kelas III	2,189,300.00	328,395.00			328,395.00
	1.250	kg	Paku campur	19,000.00	23,750.00			23,750.00
	0.350	lbr	Multiplek 9 mm	95,000.00	33,250.00			33,250.00
	0.1500	m'	Dolken	16,250.00	2,437.50			2,437.50
	0.4500	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.1500	oh	Mandor	92,000.00		13,800.00		13,800.00
	0.1500	oh	Tukang kayu	100,000.00		15,000.00		15,000.00
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.1500	oh	Tenaga bongkar	100,000.00		15,000.00		15,000.00
							Jumlah	487,132.50
							Dibulatkan	487,132.00

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6 = (2x5)	7 = (2x5)	8 = (2x5)	9 = (6+7+8)
11	Besi Railing Beton							
	Pekerjaan Besi Railing Beton							
	0.015	kg	Besi beton U 39 ulir	19,025.00	285.38			285.38
	0.015	kg	Kawat beton	21,000.00	315.00			315.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
	0.015	oh	Tukang besi	125,000.00		1,875.00		1,875.00
						Jumlah		6,547.38
								Dibulatkan
								6,540.00
12	Railing Besi							
	Pekerjaan Railing Besi							
	1.0000	m'	Pipa stainless steel 2"	96,400.00	96,400.00			96,400.00
	1.0000	m'	Pipa stainless steel 3/4"	71,800.00	71,800.00			71,800.00
	1.0000	kg	Kawat las	26,700.00	26,700.00			26,700.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Tukang	108,000.00		1,620.00		1,620.00
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
						Jumlah		220,092.00
								Dibulatkan
								220,000.00
13	Cor Beton Tutup Saluran							
	Pekerjaan Cor Beton Tutup Saluran							
	0.1500	m3	Beton Readymix K.250	963,600.00	144,540.00			144,540.00
	0.1500	oh	Pekerja	80,000.00		12,000.00		12,000.00
	0.1500	oh	Mandor	92,000.00		13,800.00		13,800.00
	0.1500	oh	Tukang batu	100,000.00		15,000.00		15,000.00
	0.1500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.1500	jam	Concrete Pump	500,000.00			75,000.00	75,000.00
	0.1500	jam	Concrete Vibrator	75,000.00			11,250.00	11,250.00
						Jumlah		291,090.00
								Dibulatkan
								291,000.00
14	Pipa Drainase Ø200 mm							
	Pekerjaan Pipa Drainase Ø200 mm							
	0.2500	m'	Pipa PVC dia. 8" (type AW) 4 m	575,000.00	143,750.00			143,750.00
	0.5000	ls	Perlengkapan	201,250.00	100,625.00			100,625.00
	0.034	oh	Pekerja	80,000.00		2,692.00		2,692.00
	0.015	oh	Tukang	108,000.00		1,620.00		1,620.00
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.015	oh	Mandor	92,000.00		1,380.00		1,380.00
						Jumlah		269,567.00
								Dibulatkan
								269,500.00
V.	PEKERJAAN BOX CULVERT							
A.	Pekerjaan Box Culvert							
	- Beton K.300							
	1.000	m3	Beton Readymix K.300	1,007,600.00	1,007,600.00			1,007,600.00
	1.750	oh	Pekerja	80,000.00		140,000.00		140,000.00
	0.500	oh	Mandor	92,000.00		46,000.00		46,000.00
	0.650	oh	Tukang batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.500	oh	Kepala Tukang	130,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.075	jam	Concrete Pump	500,000.00			37,500.00	37,500.00
	0.125	jam	Concrete Vibrator	75,000.00			9,375.00	9,375.00
						Jumlah		1,370,475.00
								Dibulatkan
								1,370,400.00
	- Bekisting							
	0.150	m3	Kayu kelas III	2,189,300.00	328,395.00			328,395.00
	1.250	kg	Paku campur	19,000.00	23,750.00			23,750.00
	0.350	lbr	Multiplek 9 mm	95,000.00	33,250.00			33,250.00
	0.1500	m'	Dolken	16,250.00	2,437.50			2,437.50
	0.4500	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.1500	oh	Mandor	92,000.00		13,800.00		13,800.00
	0.1500	oh	Tukang kayu	100,000.00		15,000.00		15,000.00
	0.1500	oh	Kepala tukang	130,000.00		19,500.00		19,500.00
	0.1500	oh	Tenaga bongkar	100,000.00		15,000.00		15,000.00
						Jumlah		487,132.50
								Dibulatkan
								487,132.50
	- Pemesian							
	0.010	kg	Besi beton U 39 ulir	19,025.00	190.25			190.25
	0.150	kg	Kawat beton	21,000.00	3,150.00			3,150.00
	0.450	oh	Pekerja	80,000.00		36,000.00		36,000.00
	0.130	oh	Mandor	92,000.00		11,960.00		11,960.00
	0.055	oh	Tukang besi	125,000.00		6,875.00		6,875.00
						Jumlah		58,170.00
						x	180.00	10,470,600.00
								Dibulatkan
								10,470,600.00
B.	Pek. Urugan Sirtu							
	0.7500	m3	Sirtu di quarry	151,600.00	113,700.00			113,700.00
	1.0000	m3	Ongkos angkut dari quarry ke lokasi dengan truck	45,000.00		45,000.00		45,000.00
						Jumlah		158,700.00
								Dibulatkan
								158,700.00
C.	Pek. Lantai Kerja K.175							

NO	INDEK	SAT.	URAIAN	HARGA DASAR (Rp)	HARGA			HARGA SATUAN (Rp)
					BAHAN (Rp) 6 = (2x5)	UPAH (Rp) 7 = (2x5)	ALAT (Rp) 8 = (2x5)	
1	2	3	4	5	6 = (2x5)	7 = (2x5)	8 = (2x5)	9 = (6+7+8)
	1.000	m3	Beton Readymix K.175	815,100.00	815,100.00			815,100.00
	0.550	oh	Pekerja	80,000.00		44,000.00		44,000.00
	0.350	oh	Mandor	92,000.00		32,200.00		32,200.00
	0.650	oh	Tukang Batu	100,000.00		65,000.00		65,000.00
	0.675	oh	Kepala Tukang	130,000.00		87,750.00		87,750.00
						Jumlah		1,044,000.00
						Dibulatkan		1,044,000.00
D.	Pek. Weep hole PVC dia.1"							
	1.0000	m'	Pipa PVC dia. 1" (type AW) 4 m	30,000.00	30,000.00			30,000.00
						Jumlah		30,000.00
						Dibulatkan		30,000.00
E.	Pek. Joint Filler							
	1.0000	m2	Joint Filler	250,000.00	250,000.00			250,000.00
						Jumlah		250,000.00
						Dibulatkan		250,000.00
F.	Pek. Waterproofing Membrans							
	1.0000	m2	Waterproofing Membrans	280,000.00	280,000.00			280,000.00
						Jumlah		280,000.00
						Dibulatkan		280,000.00
G.	Pek. Bronjong Penahan batu balas							
	1.0000	m3	Batu Bronjong	1,200,000.00	1,200,000.00			1,200,000.00
						Jumlah		1,200,000.00
						Dibulatkan		1,200,000.00
H.	Pek. Pengalihan arus lalin							
	1.0000	ls	Pengalihan arus lalin	30,000,000.00		30,000,000.00		30,000,000.00
						Jumlah		30,000,000.00
						Dibulatkan		30,000,000.00
I.	Pek. Kisdam dan Dewatering							
	1.0000	ls	Kisdam dan Dewatering	15,000,000.00		15,000,000.00		15,000,000.00
						Jumlah		15,000,000.00
						Dibulatkan		15,000,000.00
1	Underpass 5 x 4,2							
	65.24	m3	Box Culvert Underpass 5 x 4,2	12,328,132.50		804,287,364.30		804,287,364.30
	3.03	m3	Urugan Sirtu dibawah Box Culvert	158,700.00		480,861.00		480,861.00
	1.52	m3	Lantai kerja underpass t=5 cm	1,044,000.00		1,586,880.00		1,586,880.00
	4.12	m3	Urugan Sirtu di bawah plat injak	158,700.00		653,844.00		653,844.00
	2.06	m3	Lantai kerja t=5 cm di bawah plat injak	1,044,000.00		2,150,640.00		2,150,640.00
	27.00	m'	Weep hole PVC dia.1"	30,000.00		810,000.00		810,000.00
	30.39	m2	Joint filler slab seat	250,000.00		7,597,500.00		7,597,500.00
	58.41	m2	Waterproofing Membrans (dinding luar dan atas box	138,000.00		8,060,580.00		8,060,580.00
	8.00	m3	Bronjong penahan batu balas	400,000.00		3,200,000.00		3,200,000.00
	0.75	ls	Pengalihan arus lalin	30,000,000.00		22,500,000.00		22,500,000.00
						Jumlah		851,327,669.30
						Dibulatkan		851,327,669.30
			Underpass 5 x 4,2 / unit =					
			Saluran Penyeimbang					
	21.18	m3	Box Culvert 2x2/unit	12,328,132.50		261,109,846.35		261,109,846.35
	1.40	m3	Urugan Sirtu dibawah Box Culvert	158,700.00		222,180.00		222,180.00
	0.65	m3	Lantai kerja underpass t=5 cm	1,044,000.00		678,600.00		678,600.00
	4.12	m3	Urugan Sirtu di bawah plat injak	158,700.00		653,844.00		653,844.00
	2.06	m3	Lantai kerja t=5 cm di bawah plat injak	1,044,000.00		2,150,640.00		2,150,640.00
	14.00	m'	Weep hole PVC dia.1"	30,000.00		420,000.00		420,000.00
	13.90	m2	Joint filler slab seat	250,000.00		3,475,000.00		3,475,000.00
	28.33	m2	Waterproofing Membrans (dinding luar dan atas box	280,000.00		7,932,400.00		7,932,400.00
	8.00	m3	Bronjong penahan batu balas	400,000.00		3,200,000.00		3,200,000.00
	0.75	ls	Kisdam dan Dewatering	15,000,000.00		11,250,000.00		11,250,000.00
						Jumlah		291,092,510.35
						Dibulatkan		291,092,510.35
			Saluran Penyeimbang 2 x2 / unit =					