

TUGAS AKHIR

**ANALISIS ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU OPTIMAL DENGAN
LEAST COST SCHEDULING PADA JALAN PERTIEKAN KECAMATAN
PINDING KABUPATEN GAYO LUES**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Disusun Oleh:

QAFRAWLIORAM

1807210150

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Qafrawi Iqram

Npm : 1807210150

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan *Least Cost Scheduling* Pada Jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2024

Dosen Pembimbing



Zulkifli Siregar S.T.,M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Qafrawi Iqram

Npm : 1807210150

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan *Least Cost Scheduling* Pada Jalan Pertiekkan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing


Zulkipli Siregar S.T.,M.T

Dosen Pembanding I



Irma Dewi S.T., M.Si

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida S.T.,MT

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Dr Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Qafrawi Iqram
Tempat/Tanggal Lahir : Lawe sigala gala 08 september 1996
NPM : 1807210150
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Analisis Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan *Least Cost Scheduling* Pada Jalan Pertiekkan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues”.

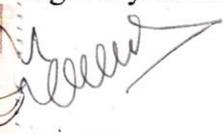
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kerjasama saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2024

Yang menyatakan,


Qafrawi Iqram



ABSTRAK

ANALISIS ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU OPTIMAL DENGAN *LEAST COST SCHEDULING* PADA JALAN PERTIEKAN KECAMATAN PINDING KABUPATEN GAYO LUES

Qafrawi Iqram

1807210150

Zulkifli Siregar S.T.,M.T

Seiring dengan berkembangnya zaman yang mempengaruhi semakin pesatnya perkembangan dunia konstruksi maka dituntut agar setiap proyek konstruksi dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Dalam rangka untuk mengetahui biaya dan waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek konstruksi dapat terjadi penambahan waktu dan penyelesaian proyek tersebut sehingga mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek tersebut dengan berbagai faktor alasan. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu Untuk mengetahui besar biaya pekerjaan struktur jalan Pertiekan Kecamatan Pinding dan untuk mengetahui waktu optimum dalam proyek tersebut serta untuk mengetahui perbandingan antara biaya normal dan biaya proyek setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan metode *least cost scheduling*. Berdasarkan dari hasil pengolahan, dengan menggunakan metode *Least Cost Scheduling* yang dilakukan pada proyek jalan pertiekan kecamatan pinding Gayo Lues di dapat dengan menambah 4 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu penyelesaian 32 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 2.017.263.601,04. Waktu optimum dalam proyek tersebut dengan menggunakan metode *least Cost Scheduling* adalah 32 hari dengan penambahan 4 jam kerja. Perbandingan antara biaya normal dengan biaya setelah proyek tersebut mengalami kenaikan sebesar Rp. 2.017.263.601,04 sedangkan waktu mengalami percepatan sebesar 32 hari.

Kata kunci: biaya, penjadwalan, proyek.

ABSTRAK

ANALYSIS OF OPTIMAL BUDGET COSTS AND TIME USING LAST COST SCHEDULING ON THE PERTIEKAN ROAD, PINDING DISTRICT, GAYO LUES DISTRICT

Qafrawi Iqram

1807210150

Zulkifli Siregar S.T.,M.T

Along with the changing times which influence the increasingly rapid development of the world of construction, it is required that every construction project can be completed on time. However, in reality, in the implementation of construction projects there can be an increase in time and completion of the project, resulting in delays in completing the project for various reasons. The purpose of this research is to find out the cost of the Pertiekan road structure work in Pinding District and to find out the optimum time for the project and to find out the comparison between normal costs and project costs after acceleration using the least cost scheduling method. Based on the processing results, by using the Least Cost Scheduling method which was carried out on the Pinding Gayo Lues sub-district transportation road project, it was possible to add 4 additional working hours to speed up the completion time by 32 days with an additional cost of Rp. 2,017,263,601.04. The optimum time for the project using the Least Cost Scheduling method is 32 days with the addition of 4 working hours. Comparison between normal costs and costs after the project experienced an increase of Rp. 2,017,263,601.04 while time accelerated by 32 days.

Keywords: cost, scheduling, project.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan Least Cost Scheduling Pada Jalan Perbaikan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues”. sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Zulkifli Siregar S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi S.T.,M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan member saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida S.T., MT selaku Dosen Pembimbing II dan selaku sekretaris program studi teknik sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr Fahrizal Zulkarnain selaku ketua program studi teknik sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa orang tua penulis terima kasih untuk semua dukungan serta kasih

sayang dan semangat penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, dan telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil beserta seluruh mahasiswa/i Teknik Sipil stambuk 2018 yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, Maret 2024



Qafrawi Iqram

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRAK</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Manajemen Proyek Konstruksi	6
2.1.1 Aspek-Aspek Dalam Manajemen Proyek	6
2.1.2 Proyek Konstruksi	9
2.1.3 Pengendalian Proyek Konstruksi	10
2.1.4 Rencana Kerja	11
2.1.5 Rencana Lapangan	12
2.2. Rencana Anggaran Biaya	13
2.2.1 Penyusunan Anggaran Biaya Proyek	14
2.3. Metode Penjadwalan Proyek	15
2.3.1. Bagan Balok (<i>barchart</i>)	16
2.3.2. Kurva S (<i>hanumm curve</i>)	16
2.3.3. Metode Penjadwalan Linier (diagram vektor)	16
2.3.4. Metode CPM (<i>critical path method</i>)	17
2.3.5. Metode PDM (<i>presedence diagram method</i>)	19
	viii

2.3.6. Metode PERT (<i>program evaluation review technique</i>)	20
2.3.7. LCS (<i>least cost schedulling</i>)	20
2.4. Jaringan Kerja	21
2.5. Produktivitas Proyek Konstruksi	22
2.5.1 Mempercepat Waktu Proyek (<i>Crashing Project</i>)	23
2.6 Biaya Tambahan Pekerja (<i>Crash Cost</i>)	25
2.7. Hubungan Antara Biaya dan Waktu	25
2.8. Penelitian Terdahulu	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	28
3.2 Lokasi Proyek	29
3.3 Studi Literatur	30
3.4 Pengumpulan Data	30
3.5 Pengolahan dan Analisis Data	30
3.6 Analisis Data Hasil Perhitungan	30
3.7 Menghitung Biaya Total Proyek.	32
3.8 Kesimpulan dan rekomendasi	32
BAB 4 PEMBAHASAN	33
4.1 Umum	33
4.2 Ketergantungan Item Pekerjaan	34
4.3 Percepatan Waktu	35
4.3.1 Produktivitas Harian	35
4.3.2 Produktivitas perjam	36
4.3.3 Produktivitas harian sesudah crash	37
4.3.4 Waktu Percepatan Proyek	38
4.4 Biaya	40
4.4.1 Biaya normal pekerja perhari	40
4.4.2 Biaya lembur penambahan 4 jam kerja	42
4.4.3 <i>Crash Cost</i> penambahan 4 jam kerja	43
4.4.4 Total <i>Crash Cost</i> penambahan 4 jam kerja	44
4.4.5 Biaya tambahan penambahan 4 jam kerja	45
4.4.6 <i>Cost slope</i> penambahan 4 jam kerja	47
BAB 5 PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49

DAFTAR PUSTAKA
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penurunan Koefisien Produktivitas.	26
Tabel 4.1 Ketergantungan item pekerjaan.	35
Tabel 4.2 Produktivitas Pekerja Harian.	36
Tabel 4.3 Produktivitas Pekerja Perjam.	37
Tabel 4.4 Produktivitas harian sesudah crash.	38
Tabel 4.5 <i>Crash Duration</i> .	39
Tabel 4.6 Perbandingan durasi normal dan <i>crash duration</i> .	40
Tabel 4.7 Biaya normal perhari.	41
Tabel 4.8 Biaya lembur 4 jam kerja.	42
Tabel 4.9 <i>Crash cost</i> 4 jam kerja.	44
Tabel 4.10 Total <i>crash cost</i> 4 jam kerja.	45
Tabel 4.11 Biaya tambahan penambahan 4 jam kerja.	46
Tabel 4.12 Hasil perhitungan penambahan 1,2,3 dan 4 kerja.	48
Tabel 4.13 Total biaya proyek.	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus pengendalian proyek konstruksi	11
Gambar 2.2 Tahapan penyusunan anggaran biaya	15
Gambar 2.3 Hubungan EET dan LET	18
Gambar 2.4 Bentuk Presendence Diagram Method	20
Gambar 2.5 Jaringan kerja proyek	23
Gambar 2.6 Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja	25
Gambar 2.7 Hubungan Waktu-Biaya Normal yang dipersingkat untuk suatu kegiatan	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Lokasi Proyek	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perencanaan awal sebuah proyek konstruksi, aspek utama yang diperhitungkan adalah masalah waktu dan biaya, karena sesuai dengan realita, yang menjadi pertanyaan yang akan dihadapi pada saat memulai suatu proyek konstruksi adalah apakah perencanaan waktu yang dibuat telah optimal, dapatkah perencanaan waktu yang telah direncanakan dipersingkat, dapatkah penggunaan biaya optimal bisa mendukung percepatan waktu yang dilakukan. Oleh karena itu dibutuhkan adanya analisis terhadap hal ini untuk menghasilkan hasil yang optimal. Dalam pelaksanaan kegiatan proyek konstruksi terdapat tiga hal yang menjadi faktor pengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan proyek yaitu waktu, biaya dan mutu. Mengacu dari pelaksanaan ketiga faktor tersebut sehingga akan diperoleh hasil yang maksimal.

Seiring dengan berkembangnya zaman yang mempengaruhi semakin pesatnya perkembangan dunia konstruksi maka dituntut agar setiap proyek konstruksi dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Namun realitanya, dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat terjadi penambahan waktu dan penyelesaian proyek tersebut sehingga mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek tersebut dengan berbagai factor alasan. Keterlambatan pekerjaan proyek sering terjadi akibat adanya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, dan kesalahan dalam perencanaan. Keterlambatan proyek dapat di antisipasi dengan melakukan percepatan (crashing) dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan (crashing) pelaksanaan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat.

Salah satu masalah terpenting dalam konstruksi proyek adalah keterlambatan (delay) walaupun setiap pelaksanaan proyek konstruksi menginginkan keberhasilan dalam pelaksanaan penyelesaian proyek dengan tepat waktu, dan dalam pembiayaannya sesuai spesifikasinya serta terdapat kepuasan dari pihak-pihak yang berkepentingan dalam proyek tersebut. Namun keterlambatan terjadi hampir di setiap pekerjaan proyek dan mempunyai masalah yang berbeda - beda.

Lintasan kritis dalam suatu proyek tidak boleh mengalami keterlambatan. Hal tersebut dapat mempengaruhi seluruh pekerjaan dalam proyek tersebut yang akhirnya akan menyebabkan penyelesaian suatu proyek akan bergeser dari waktu yang sudah direncanakan. Keterlambatan yang melebihi batas akan dikenakan sanksi yang berupa denda sebesar 1/mil (satu permil) dari nilai kontrak atau nilai bagian kontrak per-harinya, menurut Perpres No. 16 Tahun 2018 Pasal 79 ayat 4. Sehingga diperlukan upaya untuk memperpendek durasi proyek.

Untuk itu diperlukan metode percepatan suatu proyek konstruksi dimana berhubungan terhadap analisa biaya dan waktu. Hubungan antara biaya dan waktu ini yang akan mempengaruhi ketepatan waktu penyelesaian proyek tersebut. Dalam hal ini analisis yang akan digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah Least Cost Scheduling. Least Cost Scheduling bertujuan untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek dan mencari jadwal proyek yang optimal dengan menggunakan biaya langsung, dan biaya total yang minimal. Dengan adanya analisis percepatan waktu proyek ini maka diharapkan dapat dilihat sejauh mana waktu dapat dipercepat, berapa biaya optimum yang harus dikeluarkan dan kita juga dapat memilih solusi yang tepat apabila terjadi keterlambatan pekerjaan pada proyek. Berhasilnya analisis percepatan waktu yang dilakukan terhadap proyek tersebut ditunjukkan dengan ketepatan selesainya suatu proyek konstruksi sesuai dengan target awal karena penggunaan analisis percepatan waktu yang efektif serta ditunjang oleh pengoptimalan dana untuk memberikan hasil yang semaksimal mungkin.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar biaya yang akan dikeluarkan setelah dilakukan analisis percepatan waktu proyek dengan metode *least cost scheduling*?
2. Berapa waktu optimum yang dihasilkan setelah dilakukan analisis percepatan waktu proyek dengan menggunakan metode *least cost scheduling*?
3. Berapa perbandingan antara biaya normal proyek dan biaya setelah dilakukan analisis percepatan proyek dengan *least cost scheduling*?

1.3. Ruang Lingkup

Untuk menghindari penelitian yang terlalu luas dan terbatasnya waktu, maka ruang lingkup penelitian ini menitikberatkan pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengambilan data berasal dari proyek peningkatan struktur Jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Gayo Lues.
2. Metode yang digunakan dalam analisis percepatan proyek adalah *Least Cost Scheduling*.
3. Objek yang digunakan adalah Jalan raya Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues sepanjang 800 m.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui besar biaya pekerjaan struktur Jalan Pertiekan Kecamatan Pinding dengan menggunakan metode *Least Cost Scheduling*.
2. Mengetahui waktu optimum dalam proyek tersebut dengan menggunakan metode *least Cost Scheduling*.
3. Mengetahui perbandingan antara biaya normal dan biaya proyek setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan metode *least cost scheduling*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari studi yang dilaksanakan antara lain :

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah wawasan dan mempertajam kemampuan untuk menganalisa bagi peneliti, sehingga dapat menjadi bekal untuk tujuan dalam dunia kerja nantinya.

b. Bagi Pihak Pembaca

Penelitian ini dapat memberi pilihan waktu dan biaya optimum bagi pihakpembaca dalam pelaksanaan konstruksi suatu proyek sehingga proyek yang dijalankan selesai dalam waktu yang diinginkan.

c. Bagi Pihak Lainnya

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan menjadi bahanpertimbangan dalam pemilihan biaya dan waktu optimum dengan least cost scheduling dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi.

1.6 Sistematika Penulisan Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaanya secara garis besar adalah sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah yang dibahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk menganalisis dan membahas permasalahan penelitian.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian meliputi bagan alir penelitian, tempat dan waktu pelaksanaan survei, data penelitian, variabel penelitian, instrument penelitian dan metode analisis data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian di lapangan, analisis data, hasil analisis data dan pembahasannya.

BAB 5. PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan rangkaian penelitian dan saran-saran terkait pengembangan hasil penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah pengawasan semua aspek proyek konstruksi. Manajer proyek menyusun dan memfasilitasi anggaran, mengatur dan memelihara jadwal, memantau keamanan lokasi, dan memastikan semua orang menyelesaikan tugas tepat waktu. Manajer konstruksi berkomunikasi dengan banyak orang, termasuk kontraktor, pekerja konstruksi, arsitek, pemasok, dan pelanggan.

Menurut Ervianto (2002) menyatakan bahwa manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Selanjutnya menurut H. Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999, dalam Eka Damyanti, 2010) menyatakan, melihat dari wawasan manajemen, bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Berbeda dengan definisi H. Kerzner adalah Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stakeholder.

2.1.1 Aspek-Aspek Dalam Manajemen Proyek

Dalam manajemen proyek hal perlu dipertimbangkan adalah mengidentifikasi berbagai masalah yang kemungkinan timbul ketika proyek dilaksanakan agar output proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan.

Ada beberapa aspek yang menjadi permasalahan dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan yang cermat adalah :

a. Aspek Keuangan

Hal ini berkaitan dengan pembelanjaan dan pembiayaan proyek. Keuangan ini biasanya berasal dari modal sendiri atau pinjaman dari bank yang dilunasi dengan jangka pendek ataupun jangka panjang. Pembiayaan dari segi keuangan merupakan sesuatu yang sangat krusial, mengingat proyek-proyek didapati dengan skala besar, maka memiliki tingkat kompleksitas yang rumit dan perlu diadakannya analisis keuangan yang cermat dan terencana.

b. Aspek Anggaran Biaya

Hal ini berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proyek berlangsung. Anggaran biaya harus dilakukan dengan memperhitungkan secara rinci pengeluaran berdasarkan item-item pekerjaan yang akan dilaksanakan. hal ini berpengaruh pada keakuratan data, apabila salah menghitung dan tidak memperhitungkan hal-hal yang rinci, maka sudah bisa dipastikan akan terjadi pembengkakan anggaran biaya dan hanya akan menimbulkan kerugian bagi pengelola anggaran biaya.

c. Aspek Manajemen Sumber Daya Manusia

Hal ini berkaitan dengan Aspek manajemen sumber daya manusia merupakan masalah yang mempertimbangkan sebuah organisasi yang bertanggung jawab dalam mengelola proyek yang diselenggarakan. agar tidak menimbulkan permasalahan yang kompleks, perencanaan SDM di bentuk dengan melakukan langkah-langkah tertentu, seperti dari proses staffing SDM, deskripsi kerja, memperhitungkan beban kerja, deskripsi wewenang, tanggung jawab yang akan dipikulnya serta penjelasan mengenai sasaran dan tujuan proyek.

d. Aspek Manajemen Produksi

Hal ini berkaitan dengan Aspek manajemen produksi merupakan masalah yang berkaitan dengan hasil akhir proyek. apabila hasil proyek negatif, bisa saja proses perencanaan dan pengendaliannya tidak baik. Maka daris inilah perlu diadakannya peningkatan produktivitas SDM, meningkatkan kualitas produksi melalui jaminan

mutu dan pengendalian mutu serta meningkatkan efisiensi proses produksi dan kerja.

e. Aspek Harga

Aspek Harga merupakan masalah yang timbul berdasarkan kondisi eksternal dalam hal persaingan harga. Biasanya produksi yang membutuhkan biaya yang tinggi akan merugikan perusahaan jika tidak direncanakan pengendalian resikonya, terlebih lagi jika produksi yang dihasilkan kalah bersaing dengan produk lainnya.

f. Aspek Efektifitas dan Efisiensi

Aspek efektivitas dan efisiensi merupakan masalah yang berkaitan dengan metode kerja, apabila di dalam metode kerja tidak dapat memenuhi efektivitas dan efisiensi dalam produksi, maka hal ini akan merugikan pihak yang mengelola proyek tersebut. hal ini disebabkan, setiap pengelolaan proyek yang tidak efektif dan efisien akan menghasilkan pemborosan dan membutuhkan biaya yang sangat besar dalam pengelolaannya.

g. Aspek Pemasaran

Aspek pemasaran merupakan masalah yang menyangkut perkembangan faktor eksternal yang berhubungan dengan persaingan harga, strategi promosi, mutu produk serta analisis pasar dengan memperhitungkan pergerakan pasar secara berkala.

h. Aspek Mutu

Aspek mutu berkaitan dengan kualitas produk akhir yang dapat meningkatkan daya saing dan memberikan kepuasan bagi pelanggan.

i. Aspek Waktu

Aspek waktu merupakan masalah yang memperhatikan tentang cepat lambatnya produksi produk. Apabila produk yang diproduksi melambat, tentu akan mengalami kerugian biaya dan apabila produksi dipercepat maka akan menghasilkan keuntungan.

2.1.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan gabungan dari sumber daya dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi untuk mencapai sasaran dan tujuan. Sumber daya yang dimaksud dalam hal ini adalah sumber daya manusia, material, dan peralatan. Hal utama dalam proyek konstruksi merupakan studi kelayakan, design engineering, pengadaan, dan konstruksi yang hasilnya berupa pembangunan suatu struktur dan menyerap banyak sumber daya yang dapat dinikmati oleh orang banyak.

Proyek konstruksi memiliki siklus yang menggambarkan langkah-langkah proses awal hingga proses akhir suatu proyek. Berikut ini akan dijabarkan siklus suatu proyek yang berdasarkan durasi waktu dan biaya, antara lain:

1. Tahap Konseptual Gagasan

Tahap ini terdiri atas perumusan gagasan, kerangka acuan, studi kelayakan awal, indikasi awal dimensi, biaya, dan jadwal proyek.

2. Tahap Studi Kelayakan

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan keputusan tentang kelanjutan investasi proyek yang akan dilakukan sehingga penentuan dimensi dan biaya proyek lebih akurat.

3. Tahap Detail Desain

Tahap ini terdiri atas kegiatan, pendalaman, berbagai aspek persoalan, design engineering, pembuatan jadwal induk, dan anggaran yang bertujuan menetapkan dokumen perencanaan lengkap dan terperinci sehingga memudahkan pencapaian sasaran dan tujuan proyek.

4. Tahap Pengadaan

Tahap ini adalah memilih kontraktor pelaksana dengan menyertakan dokumen perencanaan, aturan teknis dan administrasi yang lengkap, dan produk tahapan detail desain. Dari tahap ini didapatkan penawaran yang kompetitif dari kontraktor dengan tingkat akuntabilitas dan transparansi yang baik.

5. Tahap Implementasi

Tahap ini terdiri atas design engineering yang rinci, pembuatan spesifikasi dan kriteria, pembelian peralatan dan material, fabrikasi dan konstruksi, inspeksi mutu, uji coba, start-up, demobilisasi dan laporan penutup proyek. Dengan tujuan akhir untuk mendapatkan kinerja biaya, mutu, waktu, dan keselamatan kerja yang maksimal, dengan melakukan proses perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian yang lebih cermat dan terperinci dari proses sebelumnya.

6. Tahap Operasi dan Pemeliharaan

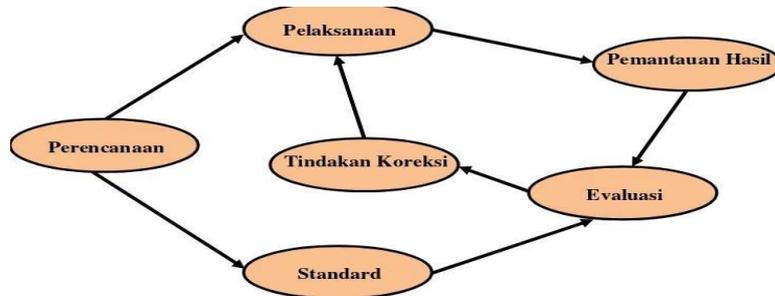
Tahap ini terdiri atas kegiatan operasi rutin, pemeliharaan fasilitas bangunan, dan pengamatan prestasi akhir proyek. Biaya yang dikeluarkan pada tahap ini bersifat rutin dan nilainya cenderung menurun.

2.1.3 Pengendalian Proyek Konstruksi

Pengendalian proyek didefinisikan sebagai usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran dan tujuan perencanaan, merancang system informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan penyimpangan, kemudian melakukan tindakan koreksi yang diperlukan agar sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran dan tujuan. R.J Mockler, 1972. Pengendalian diperlukan untuk menjaga kesesuaian perencanaan dengan pelaksanaan sehingga perencanaan diperlukan sebagai pedoman untuk pelaksanaan setiap pekerjaan konstruksi. Perencanaan selanjutnya digunakan sebagai standar pelaksanaan dimana meliputi spesifikasi teknik, jadwal dan anggaran.

Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus benar – benar diawasi dan di cek oleh pengawas lapangan agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan sehingga didapat progres kemajuan yang telah dicapai. Parameter proyek yang diukur merupakan bahan evaluasi yang dilakukan dengan membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan standar yang berdasarkan perencanaan. Hasil evaluasi akan didapat dan diperlukan untuk pengambilan keputusan terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan.

Dari hasil evaluasi tersebut maka akan diketahui apakah pekerjaan mengalami keterlambatan sehingga dapat diputuskan tindakan yang akan dilakukan untuk mengatasi keterlambatan tersebut. Adapun siklus pengendalian dalam proyek konstruksi dapat digambarkan pada Gambar.2.1 sebagai berikut :



Gambar 2.1: Siklus pengendalian proyek konstruksi (Evianto W.I 2004)

Perencanaan hanya sekitar 20% dari kegiatan manajemen proyek dan dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. Begitu proyek dimulai, fungsi manajemen didominasi oleh kegiatan penengendalian.

2.1.4 Rencana Kerja

Dalam menyusun rencana kerja, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Keadaan lapangan lokasi proyek, dilakukan untuk memperkirakan hambatan yang akan timbul selama pelaksanaan pekerjaan.
- Keamanan tenaga kerja. Informasi kerja tentang jenis dan macam kegiatan yang berguna untuk memperkirakan jumlah dan jenis tenaga kerja yang harus dipersiapkan.
- Pengadaan material konstruksi. Harus diketahui dengan pasti macam, jenis, dan jumlah material yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan
- Pengadaan alat pembangunan. Kegiatan yang memerlukan peralatan pendukung selama pembangunan harus dapat diperkirakan dengan baik.
- Gambar kerja. Selain gambar rencana, pelaksanaan proyek konstruksi memerlukan gambar kerja untuk bagian-bagian tertentu.

- Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan. Dalam penyusunan rencana kerja, faktor penting yang harus dijamin oleh pengelola proyek adalah kelangsungan dari susunan rencana kegiatan pada setiap item pekerjaan.

Manfaat dan kegunaan penyusunan rencana kerja:

- Alat koordinasi bagi pimpinan. Dengan menggunakan rencana kerja, pimpinan pelaksanaan pembangunan dapat melakukan koordinasi pada semua kegiatan yang ada dilapangan.
- Sebagai pedoman kerja para pelaksana. Rencana kerja merupakan pedoman, terutama dalam kaitannya dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk setiap item kegiatan.
- Sebagai penilaian kemajuan pekerjaan, ketepatan waktu dari setiap item kegiatan dilapangan dapat dipantau dari rencana pelaksanaan dengan realisasi pelaksanaan dilapangan.
- Sebagai Evaluasi Pekerjaan, variasi yang ditimbulkan dari perbandingan rencana dan realisasi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya.

2.1.5 Rencana Lapangan

rencana lapangan adalah suatu rencana peletakan bangunan-bangunan pembantu yang bersifat temporal yang diperlukan sebagai sarana pendukung untuk pelaksanaan pekerjaan. Kompleksitas dari pelaksanaan pembangunan menurut pengelola konstruksi adalah memperhitungkan dengan cermat segala sesuatu yang akan dihadapi dilapangan.

- Penyelidikan Lapangan Tujuan site investigation adalah mengidentifikasi dan mencatat data yang diperlukan untuk kepentingan proses design maupun proses konstruksi.
- Pertimbangan tata letak Tata letak lokasi proyek sangat berpengaruh terhadap efisiensi selama proses konstruksi.
- Keamanan lokasi proyek Tujuan utama site security adalah sebagai berikut:
 - Keamanan dari pencuri
 - Keamanan dari perampokan

- Keamanan dari penyalahgunaan
- Penerangan lokasi proyek Penerangan dilakukan jika hendak melakukan pekerjaan lembur di malam hari atau jika sinar matahari tidak cukup terang sebagai pendukung untuk kegiatan konstruksi.
- Kantor Proyek Pemilihan bentuk serta material untuk keperluan kantor proyek ditentukan oleh kontraktor, dan tentunya sesuai dengan spesifikasi dalam proyek. Kebutuhan ruang biasanya dipisahkan antara manajer proyek, ruang administrasi serta ruang untuk pekerja proyek.

2.2. Rencana Anggaran Biaya

Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan terlebih dahulu mempelajari gambar rencana dan spesifikasinya. Dalam melakukan kegiatan estimasi seorang estimator harus memahami proses konstruksi secara menyeluruh, termasuk jenis dan kebutuhan alat secara menyeluruh karena faktor tersebut dapat memengaruhi biaya konstruksi. Selain faktor-faktor tersebut diatas terdapat faktor lain yang sedikit banyak ikut memberikan kontribusi dalam pembuatan perkiraan biaya yaitu:

- Produktivitas tenaga kerja
- Ketersediaan material dan peralatan
- Iklim/ cuaca
- Jenis kontrak
- Masalah kualitas
- Etika
- Sistem pengendalian
- Kemampuan manajemen

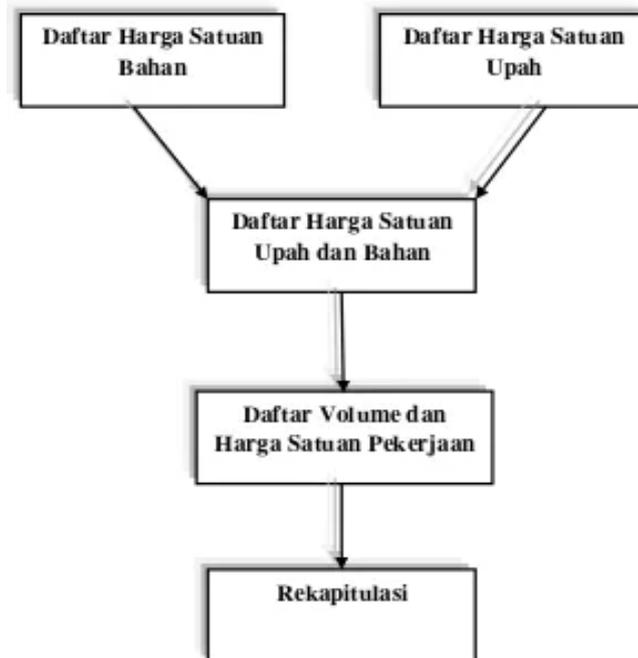
Seorang estimator tidak hanya mampu melakukan kualifikasi atas semua yang terjadi dalam gambar kerja dan spesifikasi, tetapi juga harus mampu mengantisipasi semua kegiatan konstruksi yang akan terjadi. Sebelum menentukan keputusannya, seorang estimator harus menganalisis semua faktor yang berhubungan dengan proyek.

2.2.1 Penyusunan Anggaran Biaya Proyek

Kegiatan estimasi dalam proyek konstruksi dilakukan dengan tujuan tertentu tergantung dari siapa/ pihak yang membuatnya. Pihak owner membuat estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi se jelas-jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya, hasil estimasi ini disebut OE (Owner Estimate) atau EE (Engineer Estimate). Pihak kontraktor membuat estimasi dengan tujuan untuk kegiatan penawaran terhadap proyek konstruksi. Kontraktor akan memenangkan tender jika penawaran yang diajukan mendekati Owner Estimate (OE) atau Engineer Estimate (EE).

Tahap-tahap yang sebaiknya dilakukan untuk menyusun anggaran biaya dapat dilihat pada gambar 2.2, sebagai berikut:

- Melakukan pengumpulan data tentang jenis, harga serta kemampuan pasar menyediakan bahan/ material konstruksi secara kontinu.
- Melakukan pengumpulan data tentang upah pekerja yang berlaku di daerah lokasi proyek dan atau upah pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.
- Melakukan perhitungan analisa bahan dan upah dengan menggunakan analisa yang dianggap cukup baik oleh pembuat anggaran.
- Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerja.
- Membuat rekapitulasi.



Gambar 2.2: Tahapan penyusunan anggaran biaya(Ervianto, W.I 2002)

2.3. Metode Penjadwalan Proyek

Dalam proyek konstruksi, tentu memerlukan penjadwan pekerjaan yang baik agar pekerjaan dapat berjalan teratur. Dengan adanya penjadwalan akan membantu kontraktor untuk dapat mengontrol pekerjaan dan mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut berdasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Berikut metode penjadwalan proyek tersebut antara lain:

1. Bagan balok (*barchart*)
2. Kurva S (*hanumm curve*)
3. Metode penjadwalan linier (diagram vektor)
4. Metode CPM (*critical path method*)
5. Metode PDM (*presedence diagram method*)
6. Metode PERT (*program evaluation review technique*)
7. LCS (*least cost scheduling*)

2.3.1. Bagan Balok (*barchart*)

Bagan balok ditemukan oleh Gannt dan Fredick W. Taylor, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Bentuk dari bagan ini lebih informatif, dapat diupdate dengan memperpendek dan memperpanjang balok sesuai dengan durasi kegiatan, mudah dibaca, dan efektif untuk komunikasi serta pengerjaannya mudah dan sederhana. Penyajian informasi bagan ini terbatas, karena urutan kegiatan pekerjaan kurang terinci sehingga bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi sukar untuk dilakukan.

2.3.2. Kurva S (*hanumm curve*)

Kurva S merupakan grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm dengan dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Visualisasi kurva ini dapat memberikan informasi mengenai proyek dengan membandingkannya dengan jadwal rencana sehingga dapat diketahui keterlambatan atau percepatan jadwal proyek.

Untuk membuat kurva ini, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis maka akan membentuk kurva S.

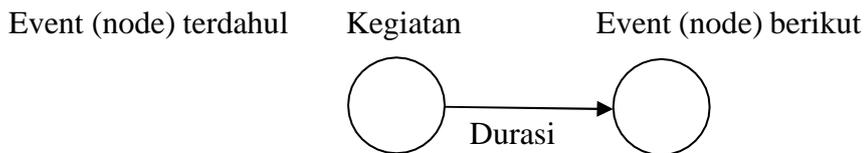
2.3.3. Metode Penjadwalan Linier (*diagram vektor*)

Pada umumnya metode ini efektif dipakai untuk proyek dengan jumlah kegiatan relatif sedikit dan banyak digunakan untuk penjadwalan dengan kegiatan yang berulang seperti proyek konstruksi jalan raya, runway bandara udara, terowongan/tunnel, atau proyek manufaktur. Selain itu metode ini cukup efektif digunakan pada proyek bangunan gedung bertingkat karena menggunakan sumber daya manusia yang relatif lebih kecil dan variasi keterampilan pada suatu pekerjaan tidak sebanyak pada proyek konstruksi lain.

2.3.4. Metode CPM (*critical path method*)

Metode CPM (*critical path method*) adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah dalam menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (deterministic).

Berikut bentuk CPM :



Keterangan :

○ = Simbol peristiwa/kejadian/event

- Menunjukkan titik waktu mulainya/selesainya suatu kegiatan dan tidak mempunyai jangka waktu.

→ = Simbol kegiatan (*Activity*).

- Kegiatan membutuhkan jangka waktu dan sumber daya.

— → — = Simbol kegiatan semu

- Kegiatan berdurasi nol, tidak membutuhkan sumber daya.

Dalam CPM (*critical path method*) dikenal EET (*earliest event time*), peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari event dan LET (*last event time*), peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari event, Total Float, Free Float, dan Float Interferen.



Gambar 2.3: Hubungan EET dan LET (Husen, Abrar, 2008)

EET (*Earliest Event Time*)

Perhitungan maju untuk mengitung EET (*earliest event time*)

$$EET_j = (EET_i + d) \quad (2.1)$$

Prosedur Perhitungan LET :

- Tentukan nilai LET peristiwa terakhir (paling kanan) sesuai dengan nilai EET kegiatan terakhir.
- Dapat dihitung nilai LET dari kanan ke kiri dengan rumus diatas
- Bila terdapat lebih dari satu kegiatan maka dipilih LET yang minimum.

a. Total Float (TF)

Total float adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Nilai Total Float (TF) dapat dirumuskan seperti berikut:

$$TF = LET - d - EET \quad (2.2)$$

b. *Free Float* (FF)

Free float adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi atau menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya. Nilai *Free Float* (FF) dapat dihitung:

$$FF = EET \text{ berikut } (j) - d - EET \text{ awal } (i) \quad (2.3)$$

c. *Independent Float* (IF)

Independent float adalah suatu kegiatan yang boleh digeser atau dijadwalkan lagi yang merupakan selisih dari *Total Float* (TF) dengan *Free Float* (FF), Sedikitpun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Dalam metode CPM kita juga akan mendapatkan lintasan kritis yaitu lintasan yang menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh terlambat atau ditunda pelaksanaannya karena keterlambatan kegiatan kritis akan

menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek. Cara menentukan lintasan kritis dalam suatu perencanaan jaringan kerja adalah sebagai berikut:

- Lintasan kritis dapat ditentukan dengan menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis, yaitu kegiatan yang mempunyai nilai free float dan total float sama dengan nol
- Lintasan kritis dapat pula ditentukan dengan mencari lintasan durasi total terpanjang.

$$IF = TF - FF \tag{2.4}$$

2.3.5. Metode PDM (*presedence diagram method*)

Kegiatan dalam PDM (*presedence diagram method*) tidak diperlukan kegiatan fiktif sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana, hubungan overlapping dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

ES	Jenis Kegiatan	EF
LS		LF
NO. Keg		Durasi

Gambar 2.4 : Bentuk *Presedence Diagram Method* (PDM)

Perhitungan *Presedence Diagram Method* (PDM) menggunakan hitungan maju yaitu *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).

Jalur kritis ditandai oleh beberapa kegiatan sebagai berikut:

- *Earliest Start* (ES) = *Latest Start* (LS)
- *Earliest Finish* (EF) = *Latest Finish* (LF)
- *Latest Finish* (LF) = *Earliest Finish* (EF) = Durasi

Sedangkan *Float* pada *Precedence Diagram Method* (PDM) dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *Total Float* (TF), dan *Free Float* (FF).

$$\text{Total Float (TF)} = \text{Min (LS - EF)} \quad \text{Free Float (TF)} = \text{Min (ES-EF)} \quad (2.5)$$

2.3.6. Metode PERT (*program evaluation review technique*)

Metode PERT digunakan untuk memperkirakan durasi suatu proyek dan memungkinkan melakukan komputasi nilai probabilitas dari suatu kegiatan proyek secara keseluruhan. Metode PERT juga menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow* (AOA)

seperti halnya metode CPM dan PDM. Dalam metode PERT diketahui tiga estimasi durasi setiap kegiatan, yaitu:

- *Optimistic Estimate* (to) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik.
- *Pessimistic Estimate* (tp) adalah durasi untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya dalam kondisi buruk (tidak mendukung).
- *Most Likely Estimate* (tm) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan diantara *Optimistic Estimate* dan *Pessimistic Estimate*.

2.3.7. LCS (*least cost scheduling*)

LCS (*least cost scheduling*), bertujuan mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan mencari jadwal proyek optimal yaitu jadwal dengan biaya langsung (*direct cost*), tak langsung (*indirect cost*) dan total biaya proyek. Menurut Husen 2009:160, dengan berkurangnya durasi proyek konstruksi maka biaya langsung (*direct cost*) akan meningkat sedangkan biaya tak langsung (*indirect cost*) akan menurun. Untuk mendapatkan hal tersebut dilakukan tindakan percepatan yang dilanjutkan dengan proses *least cost scheduling* pada lintasan kritis.

Dalam kondisi normal, proyek akan mempunyai waktu dan biaya yang maksimum sedangkan pada kondisi kritis dibutuhkan percepatan durasi pelaksanaan pekerjaan sehingga diperoleh waktu minimum dan biaya maksimum dapat diterima. Pada *Least Cost Scheduling* dipergunakan alternatif percepatan

dengan mengadakan lembur pada pekerjaan – pekerjaan kritis. Dengan analisis ini, jaringan kerja CPM dapat digunakan untuk menganalisa masalah tersebut, yaitu dengan memperkirakan:

- Jadwal yang ekonomis didasarkan atas biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen-komponen pekerjaan.
- Jadwal yang optimal dengan melihat biaya langsung dan biaya tidak langsung. Least cost scheduling digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan untuk melakukan percepatan waktu pada suatu pekerjaan sehingga didapat biaya yang optimal.

2.3.7.1 Biaya Proyek

Komponen biaya total proyek biasanya terdiri dari dua , yaitu:

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya Langsung (*Direct Cost*) adalah biaya tetap selama proyek berlangsung yang menjadi komponen permanen hasil proyek. Biaya langsung diperoleh dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan (*Unit price*).

b. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

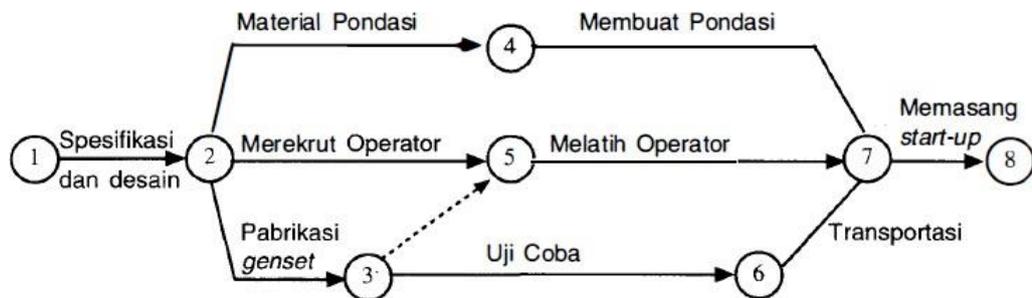
Biaya tak langsung (*Indirect Cost*) adalah biaya tidak tetap selama proyek berlangsung yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek. Yang termasuk biaya tak langsung adalah biaya manajemen proyek, gaji bagi tenaga kerja administrasi, ATK, keperluan air dan listrik, keuntungan/profit. Biaya tak langsung nilainya bergantung terhadap waktu dimana semakin lama waktu pekerjaan proyek maka biaya tak langsung akan semakin besar.

2.4. Jaringan Kerja

Analisis jaringan kerja dibuat untuk merencanakan dan mengendalikan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain yang memiliki hubungan ketergantungan dimana bertujuan untuk meminimalkan biaya dan waktu penyelesaian suatu kegiatan. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat suatu kombinasi kegiatan–kegiatan yang saling berkaitan dimana kegiatan–kegiatan tersebut harus dilakukan dalam urutan tertentu sebelum keseluruhan kegiatan diselesaikan. Urutan kegiatan–kegiatan

dilakukan secara logis dimana dimulai dari pelaksanaan satu kegiatan sampai kegiatan lainnya diselesaikan.

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dapat memberikan penyelesaian masalah seperti lama perkiraan waktu penyelesaian proyek, kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis dalam penyelesaian proyek secara keseluruhan. Pada dasarnya penyusunan jaringan kerja merupakan salah satu teknik pengelolaan dalam manajemen proyek dan merupakan sarana operasional dalam proyek (Soeharto,1999).Berikut ini adalah contoh jaringan kerja pada gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2.5 : Jaringan kerja proyek

2.5. Produktivitas Proyek Konstruksi

Produktivitas berkaitan dengan aspek ekonomi, kesejahteraan, teknologi, dan sumber daya. Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dan input atau rasio antar hasil produksi dengan sumber daya yang digunakan. Rasio produktivitas dalam proyek konstruksi adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi dan dapat dipisah menjadi biaya tenaga kerja, material, metoda, Keberhasilan dalam proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.

Salah satu pendekatan manajemen yang dilakukan untuk mempelajari produktivitas pekerja adalah work study. Fungsi utama metode ini adalah memberikan informasi yang cukup sebagai dasar pengambilan keputusan tentang metoda yang digunakan. Untuk mencapai kondisi yang terbaik dari suatu kegiatan dapat dilakukan beberapa cara, seperti:

- Memperbaiki lokasi bekerja/lingkungan bekerja.

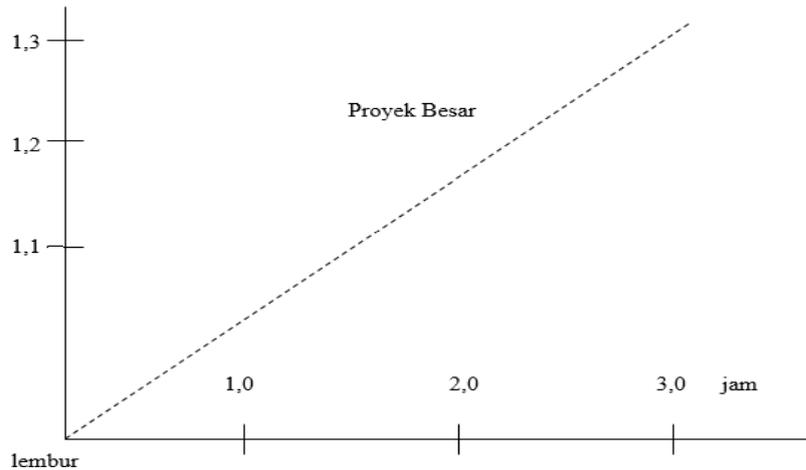
- Memperbaiki prosedur bekerja.
- Memperbaiki penggunaan material, alat dan pemakaian pekerja.
- Memperbaiki spesifikasi produk.

2.5.1 Mempercepat Waktu Proyek (*Crashing Project*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dikenal dengan istilah crashing. Crashing adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Pada prosesnya dilakukan dengan perkiraan dari variabel cost untuk menentukan pengurangan durasi yang maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi. Crashing project dilakukan apabila suatu kegiatan proyek terdapat berbagai pekerjaan dimana item kegiatan yang dilakukan mencapai puluhan ataupun ratusan kegiatan. Kegiatan suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu:

- Dengan mengadakan shift pekerjaan.
- Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur).
- Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
- Menambah jumlah pekerja.
- Dengan menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya.
- Menggunakan metode konstruksi lain yang lebih cepat.

Salah satu strategi percepatan waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja para pekerja. Biasanya waktu kerja lembur pekerja adalah 8 jam (dimulai jam 08.00 Wib dan selesai pukul 17.00 Wib dengan waktu istirahat 1 kali), dan biasanya kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal. Penambahan jam kerja bisa dilakukan dengan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam penambahan sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur), maka produktivitas tenaga kerja akan kurang, disebabkan karena adanya faktor kelelahan oleh para pekerja. Adapun indikasi penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja dapat dilihat pada gambar grafik 2.6 , sebagai berikut :



Gambar 2.6 : Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja
Soeharto,1998

Dari grafik diatas, maka perumusannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{-Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{DurasiNormal}} \quad (2.6)$$

$$\text{-Produktivitas Tiap Jam} = \frac{\text{produktivitas harian}}{8 \text{ jam}} \quad (2.7)$$

- Produktivitas Harian Sesudah Crash = (8 jam x produktivitas tiap jam) + (a x b x produktivitas tiap jam)

Dimana:

a = lama penambahan jam kerja

b = koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah}} \quad (2.8)$$

Tabel 2.1 : Penurunan Koefisien Produktivitas.

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70
4	0,4	60

2.6 Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

Dengan penambahan waktu kerja (lembur), maka biaya untuk pekerja konstruksi akan bertambah dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 menyatakan upah penambahan kerja bervariasi, untuk penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal, dan untuk penambahan waktu kerja berikutnya pekerja mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Adapun perhitungan biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut, yaitu: 1. Normal ongkos pekerja perhari = produktivitas harian x harga satuan upah pekerja 2. Normal ongkos pekerja perjam = produktivitas perjam x harga satuan upah pekerja 3. Biaya lembur pekerja = 1,5 x upah normal untuk jam kerja lembur pertama + 2 x n x upah sejam normal untuk jam kerja lembur berikutnya.

Dimana:

n = jumlah penambahan jam kerja

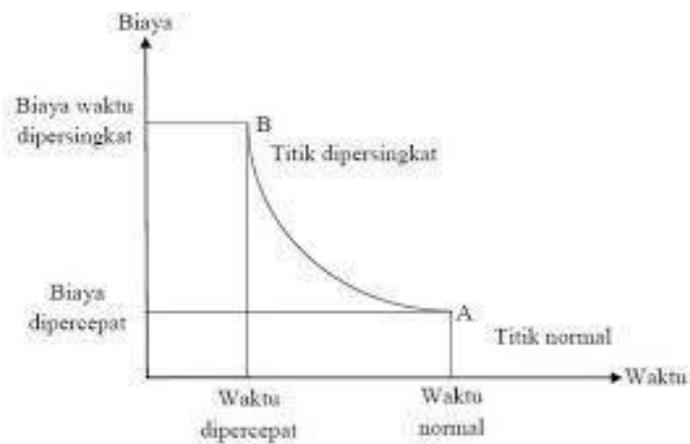
4. Crash Cost pekerja perhari = (8 jam x normal cost pekerja) + (n x biaya lembur perjam)

5. Cost Slope (Penambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktifitas dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$\text{Persatuan Waktu} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (2.9)$$

2.7. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat tergantung terhadap waktu penyelesaian proyek, semakin lama proyek selesai maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 : Hubungan Waktu-Biaya Normal yang dipersingkat untuk suatu kegiatan Soeharto 1998

Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik yang dipersingkat. Garis yang menghubungkan antara titik A dan titik B disebut kurva waktu – biaya.

2.8. Penelitian Terdahulu

1. Defrin s Situmorang “Analisi Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan Metode *least cost scheduling*” (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Mess Instruktur SPN Hinai, Langkat)” Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Perhitungan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan program *Microsoft Excel* dimana untuk membantu mempercepat perhitungan. Untuk menentukan pekerjaan yang akan dilakukan perhitungan percepatan proyek dengan biaya optimum maka digunakan *Least Cost Scheduling*. Pada *Least Cost Scheduling* akan dilakukan perhitungan percepatan proyek pada lintasan kritis yang diperoleh dari diagram jaringan kerja, dimana lintasan kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis yang dimulai dari kegiatan awal hingga kegiatan akhir dari proyek. Maka jalur kritis penting bagi pelaksana proyek konstruksi, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek.

Dalam *Least Cost Scheduling* biaya langsung dan tak langsung diperhitungkan untuk mendapatkan total biaya proyek. Sebelum melakukan perhitungan, terlebih dahulu dikumpulkan data-data dari perusahaan yang merupakan konsultan perencana dari proyek study kasus seperti : Rancangan Anggaran Biaya, item pekerjaan, volume pekerjaan, durasi pekerjaan, time schedule pekerjaan dan biaya tak langsung proyek tersebut.

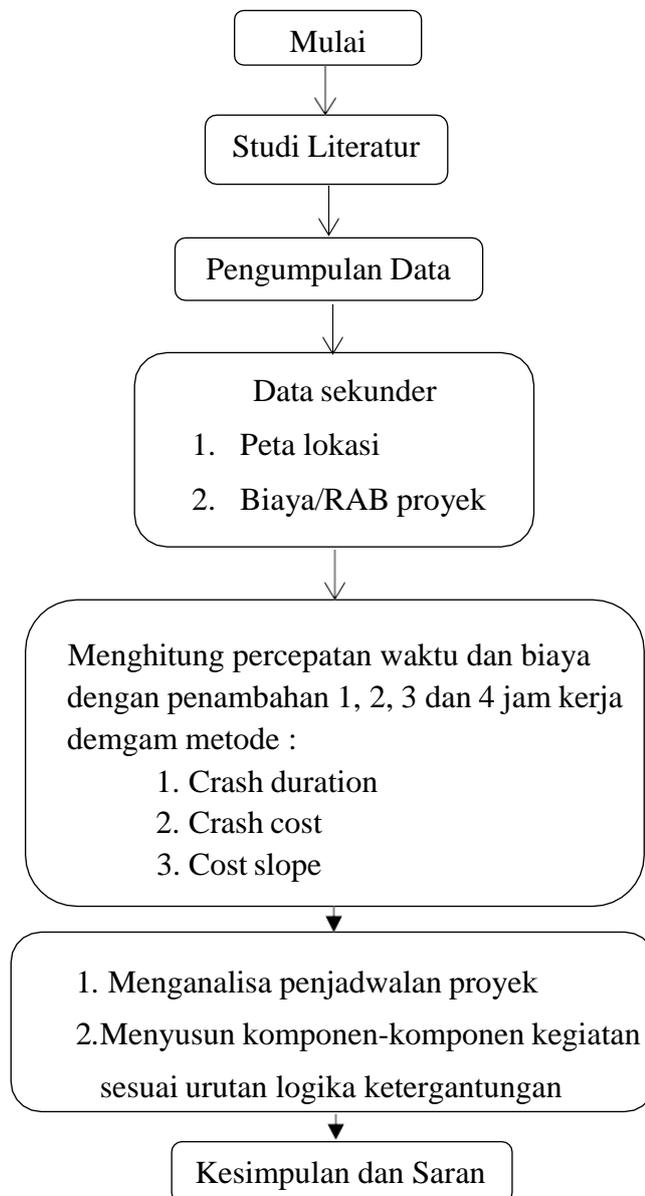
Penelitian ini merupakan analisa anggaran biaya dan waktu optimal dengan least cost scheduling yang bertempat pada proyek pembangunan Mess Instruktur SPN Hinai, Langkat. Berhubung SPN (Sekolah Polisi Negara) Percut Sei Tuan kabupaten Deli Serdang dipindahkan ke kecamatan Hinai kabupaten Langkat, maka dibangunlah kantor beserta mess dan infrastruktur lainnya untuk mendukung kegiatan SPN (Sekolah Polisi Negara) tersebut. Gedung ini nantinya akan terdiri dari satu lantai, dimana fungsinya diperuntukkan sebagai mess instruktur dan fasilitas umum. Hasil perhitungan menunjukkan waktu pelaksanaan normal proyek adalah 101 hari dengan biaya normal sebesar Rp. 313.951.471,00 dengan menambah 1 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 10 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp. 21.165.268,00. Dengan menambah 2 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 16 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp. 62.136.229,00. Dengan menambah 3 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 21 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 105.627.020,00. Dengan menambah 4 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu sebanyak 23 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 153.959.874,00.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

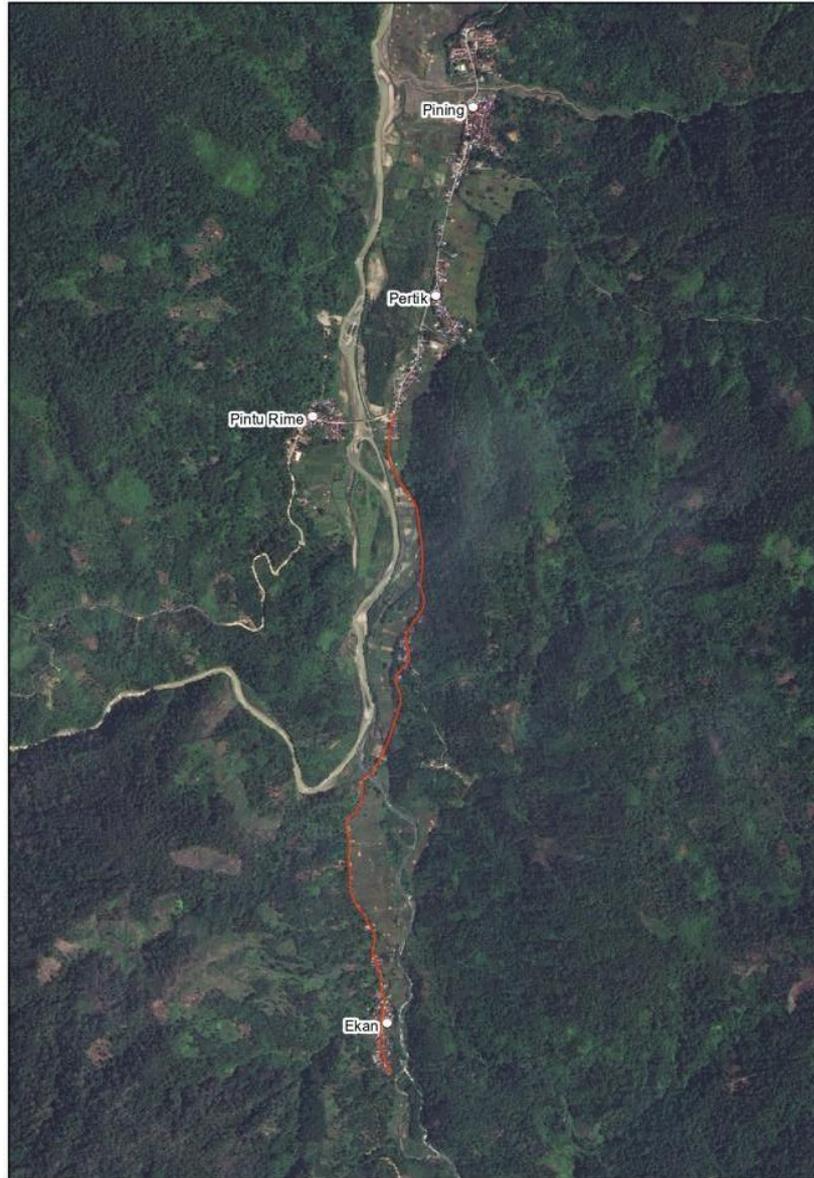
Berikut adalah diagram alir penelitian yang dilakukan pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Proyek

Penelitian ini berlokasi pada ruas jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues. Panjang ruas jalan sepanjang 800 m, jalan ini memiliki dua lajur dua arah dengan lebar jalan : 7 m. Sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Lokasi Proyek

3.3 Studi Literatur

Referensi teori yang relevan yang berupa rumusan – rumusan dan konsep – konsep dari berbagai sumber dipahami dan dipelajari dalam mengembangkan konsep penelitian tentang analisis percepatan proyek.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan data teknik perencanaan yang diperoleh dari konsultan perencana yang berupa time schedule, rancangan anggaran biaya (RAB) dan gambar detail struktur.

3.5 Pengolahan dan Analisis Data

Setelah data – data yang dibutuhkan tersebut diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data. Data – data yang diperoleh tersebut akan dihitung dengan menggunakan suatu analisis percepatan dengan penambahan waktu kerja 4 jam.

3.6 Analisis Data Hasil Perhitungan

Dalam proses pengolahan data tersebut kemudian dilakukan analisa data. Tahapan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Membuat tabel ketergantungan item pekerjaan.
- b. Membuat Diagram Jaringan kerja.
- c. Menghitung percepatan waktu dan biaya proyek dengan 4 jam penambahan kerja

- Menghitung Produktivitas Harian.

Produktivitas harian dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Durasai normal}} \quad (3.1)$$

- Menghitung Produktivitas Perjam.

Produktivitas perjam dihitung dengan cara:

$$\text{Produktivitas Perjam} = \frac{\text{produktivitas perhari}}{8 \text{ jam perhari}} \quad (3.2)$$

- Menghitung Produktivitas Harian Sesudah Crash.

Produktivitas Harian Sesudah Crash = $(8\text{jam} \times \text{prod. Tiap jam}) + (t(\text{jam}) \times \text{koef. produktivitas penambahan jam} \times \text{prod. tiap jam})$

- Menghitung waktu percepatan proyek (Crash Duration).

Waktu percepatan proyek (Crash Duration) dihitung dengan cara:

$$\text{Crash Durasion} = \frac{\text{volume}}{\text{Produktivitas Harian sesudah Crash}} \quad (3.3)$$

d. Menghitung biaya setelah percepatan dengan 4 jam penambahan jam kerja.

- Menghitung biaya normal ongkos pekerja perhari.

Biaya normal ongkos perhari dihitung dengan cara:

Biaya normal ongkos perhari = produktivitas harian x harga satuan upah pekerja

- Menghitung normal ongkos pekerja perjam.

Normal ongkos pekerja perjam dihitung dengan cara:

Normal ongkos pekerja per jam = produktivitas x harga satuan upah

- Menghitung biaya lembur penambahan 4 jam kerja. Biaya lembur penambahan 4 jam kerja dihitung dengan cara:

Biaya lembur pekerja =
 $1,5 \text{ upah sejam normal untuk jam kerja lembur pertama} +$
 $2x \text{ upah sejam normal untuk jam kerja lembur berikutnya} \times 3$

- Menghitung Crash Cost penambahan 4 jam kerja.

Crash Cost penambahan 4 jam kerja dihitung dengan cara:

Crast cost= $(8\text{jam} \times \text{normal cost pekerja}) +$
 $(4\text{jam biaya lembur pekerja})$

- Menghitung biaya tambahan penambahan 4 jam kerja.

Biaya tambahan penambahan 4 jam kerja dihitung dengan cara:

Biaya tambahan pekerja = $\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}$

- Menghitung Cost Slope penambahan 4 jam kerja.

Cost Slope adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu.

$$\text{Cost Slop percepatan proyek} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (3.4)$$

3.7 Menghitung Biaya Total Proyek.

Menjumlahkan biaya langsung setelah penambahan jam kerja,selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan *least cost scheduling*.

3.8 Kesimpulan dan rekomendasi

Kesimpulan diambil setelah hasil pengolahan data – data yang diperoleh dimana merupakan perbandingan waktu dan biaya yang optimal pada waktu penambahan 1,2,3 dan 4 jam. Rekomendasi diambil setelah melihat kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis data tersebut.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Perhitungan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel dimana untuk membantu mempercepat perhitungan. Untuk menentukan pekerjaan yang akan dilakukan perhitungan percepatan proyek dengan biaya optimum maka digunakan Least Cost Scheduling. Pada Least Cost Scheduling akan dilakukan perhitungan percepatan proyek pada lintasan kritis yang diperoleh dari diagram jaringan kerja, dimana lintasan kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis yang dimulai dari kegiatan awal hingga kegiatan akhir dari proyek. Maka jalur kritis penting bagi pelaksana proyek konstruksi, karena pada jalur ini terletak kegiatan - kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek.

Dalam Least Cost Scheduling biaya langsung dan tak langsung diperhitungkan untuk mendapatkan total biaya proyek. Sebelum melakukan perhitungan, terlebih dahulu dikumpulkan data-data dari perusahaan yang merupakan konsultan perencana dari proyek study kasus seperti: Rancangan Anggaran Biaya, item pekerjaan, volume pekerjaan, durasi pekerjaan, time schedule pekerjaan dan biaya tak langsung proyek tersebut. Maka prosedur perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan dari lokasi proyek.
2. Membuat tabel logika ketergantungan untuk setiap item pekerjaan sesuai dengan data yang ada.
3. Membuat diagram jaringan kerja.
4. Menentukan jalur kritis dari jaringan kerja yang telah dibuat.
5. Melakukan perhitungan percepatan waktu proyek pada pekerjaan yang terdapat pada jalur kritis dengan melakukan penambahan 4 jam penambahan kerja dari jam kerja normal.
6. Menentukan total biaya proyek yang diperoleh dari penjumlahan anatar biaya langsung dan biaya tidak langsung.

4.2 Ketergantungan Item Pekerjaan

Berikut adalah tabel ketergantungan item pekerjaan proyek *Overlay* jalan Pertiekan kecamatan pinding Kabupaten Gayo Lues :

Tabel 4.1: Ketergantungan item pekerjaan.

No	Item Pekerjaan	Simbol	Ketergantungan	Durasi/Hari
I	Umum			
1	Mobilisasi	A1		7,00
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	A2	A1	3,00
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	A3	A2	180,00
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	B1	A1	0,74
2	Pasangan Batu dengan Mortar	B2	B1	5,15
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	C1		5,76
2	Penyiapan Badan Jalan	C2	C1	12,13
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	D1	D2	4,00
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	D2	C2	6,00
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	E1	D1	1,00
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	E2	E1	2,00
3	Bahan Anti Pengelupasan	E3	E1	1,00
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	F1		6,00
2	Pasangan Batu	F2	B1	8,00
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	G1	E2	2,00

4.3 Percepatan Waktu

4.3.1 Produktivitas Harian

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}}$$

Untuk mengetahui Produktivitas pekerja pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$\frac{933.52}{56} = 16.67 \text{m}^3/\text{hari}$$

Tabel 4.2: Produktivitas Pekerja Harian.

No	Item Pekerjaan	Satuan	Vol	Durasi (Hari)	Produktivitas Harian (%)
I	Umum				
1	Mobilisasi	Ls	1	42	0.024
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1	189	0.005
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Ls	1	189	0.005
II	DRAINASE				
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M3	933.52	56	16.67
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	165	63	2.619
III	PEKERJAAN TANAH				
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	935	28	33.393
2	Penyiapan Badan Jalan	M2	3,825.00	14	273.214
IV	PERKERASAN BERBUTIR				
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	446.25	42	10.625
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	182	42	4.333
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL				
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	4,800.00	84	57.143
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	Ton	410.55	42	9.775
3	Bahan Anti Pengelupasan	Kg	68.97	84	0.821

Tabel Lanjutan.

No	Item Pekerjaan	Satuan	Vol	Durasi (Hari)	Produktivitas Harian (%)
VI	STRUKTUR				
1	Beton fc'15 Mpa	M3	300	21	14.286
2	Pasangan Batu	M3	185.2	21	8.819
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN				
1	Marka Jalan Termoplastik	M2	58.5	49	1.194

4.3.2 Produktivitas perjam

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{\text{Produktivitas perhari}}{8 \text{ jam kerja}}$$

Untuk mengetahui Produktivitas pekerja pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$\frac{33.393}{8} = 4,17\text{m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.3: Produktivitas Pekerja Perjam.

No	Item Pekerjaan	Satuan	Produktivitas Harian	Produktivitas Perjam
I	Umum			
1	Mobilisasi	Ls	0.024	0.003
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	0.005	0.001
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Ls	0.005	0.001
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M3	16.67	2.084
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2.619	0.327
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	33.393	4.174
2	Penyiapan Badan Jalan	M2	273.214	34.152

Tabel Lanjutan.

No	Item Pekerjaan	Satuan	Produktivitas Harian	Produktivitas Perjam
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	10.625	1.328
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	4.333	0.542
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	57.143	7.143
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	Ton	9.775	1.222
3	Bahan Anti Pengelupasan	Kg	0.821	0.103
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	M3	14.286	1.786
2	Pasangan Batu	M3	8.819	1.102
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	M2	1.194	0.149

4.3.3 Produktivitas harian sesudah crash

Produktivitas harian sesudah crash = (8 jam x prod. perjam)+(t(jam) x koef. Penurunan Prod. x prod. Perjam).

Untuk mengetahui Produktivitas pekerja pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= (8 \times 2.084)+(4 \times 0.4 \times 2.084) \\
 &= 16.67 + 3.33 \\
 &= 20 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.4: Produktivitas harian sesudah crash.

No	Item Pekerjaan	Satuan	Produktivitas Perjam	Produktivitas Harian Sesudah Crash
I	Umum			
1	Mobilisasi	Ls	0.003	0.03
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	0.001	0.01
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Ls	0.001	0.01
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M3	2.084	20.00
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0.327	3.14
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	4.174	40.07
2	Penyiapan Badan Jalan	M2	34.152	327.86
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	1.328	12.75
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	0.542	5.20
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	7.143	68.57
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	Ton	1.222	11.73
3	Bahan Anti Pengelupasan	Kg	0.103	0.99
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	M3	1.786	17.14
2	Pasangan Batu	M3	1.102	10.58
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	M2	0.149	1.43

4.3.4 Waktu Percepatan Proyek

$$\text{crash duration} = \frac{\text{volume}}{\text{prod. harian sesudah crash}}$$

Adapun crash duration pada pekerjaan jalan Pertiakan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues adalah sebagai berikut.

$$\frac{933.52}{20} = 46,67 \text{ hari}$$

Tabel 4.5: *Crash Duration*.

No	Item Pekerjaan	Satuan	Vol	Produktivitas Harian Sesudah Crash	Crash Duratio
I	Umum				
1	Mobilisasi	ls	1	0.03	35.00
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	ls	1	0.01	157.50
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	ls	1	0.01	157.50
II	DRAINASE				
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	m3	933.52	20.00	46.67
2	Pasangan Batu dengan Mortar	m3	165	3.14	52.50
III	PEKERJAAN TANAH				
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3	935	40.07	23.33
2	Penyiapan Badan Jalan	m2	3,825	327.86	11.67
IV	PERKERASAN BERBUTIR				
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	m3	446.25	12.75	35.00
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	m3	182	5.20	35.00
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL				
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter	4,800	68.57	70.00
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	ton	410.55	11.73	35.00
3	Bahan Anti Pengelupasan	kg	68.97	0.99	70.00
VI	STRUKTUR				
1	Beton fc'15 Mpa	m3	300	17.14	17.50
2	Pasangan Batu	m3	185.20	10.58	17.50
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN				
1	Marka Jalan Termoplastik	m2	58.50	1.43	40.83

Tabel 4.6: Perbandingan durasi normal dan *crash duration*.

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal	Crash Duration
I	Umum		
1	Mobilisasi	42	35.00
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	189	157.50
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	189	157.50
II	DRAINASE		
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	56	46.67
2	Pasangan Batu dengan Mortar	63	52.50
III	PEKERJAAN TANAH		
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	28	23.33
2	Penyiapan Badan Jalan	14	11.67
IV	PERKERASAN BERBUTIR		
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	42	35.00
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	42	35.00
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL		
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	84	70.00
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	42	35.00
3	Bahan Anti Pengelupasan	84	70.00
VI	STRUKTUR		
1	Beton fc'15 Mpa	21	17.50
2	Pasangan Batu	21	17.50
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN		
1	Marka Jalan Termoplastik	49	40.83

4.4 Biaya

4.4.1 Biaya normal pekerja perhari

Biaya normal pekerja perhari = produktivitas harian x harga satuan

Adapun biaya normal pekerja perhari pada pekerjaan jalan Perbaikan Kecamatan pinding Kabupaten Gayo Lues adalah sebagai berikut.

$$16.67 \times 62,303.66 = 1.038.607,57/\text{hari}$$

Tabel 4.7: Biaya normal perhari.

No	Item Pekerjaan	Harga Satuan	Produktivitas Harian	Normal Ongkos Perhari
I	Umum			
1	Mobilisasi	55,257,347.00	0.024	1,315,651.12
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	2,200,000.00	0.01	11,640.21
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	11,250,000.00	0.01	59,523.81
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	62,303.66	16.67	1,038,607.57
2	Pasangan Batu dengan Mortar	858,422.13	2.62	2,248,248.43
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	216,312.23	33.39	7,223,283.39
2	Penyiapan Badan Jalan	3,431.69	273.21	937,586.71
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	723,125.80	10.62	7,683,211.62
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	705,506.13	4.33	3,057,193.24
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	17,800.00	57.14	1,017,142.86
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	1,714,884.44	9.78	16,762,995.40
3	Bahan Anti Pengelupasan	118,450.00	0.82	97,259.30
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	1,792,784.18	14.29	25,610,916.86
2	Pasangan Batu	879,011.29	8.82	7,752,042.43
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	309,340.04	1.19	369,314.12

4.4.2 Biaya lembur penambahan 4 jam kerja

Biaya lembur pekerja = (1.5 x upah sejam normal kerja) + (n (2 x Upah Sejam Normal))

biaya lembur penambahan kerja pada jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues adalah sebagai berikut.

$$= (1.5 \times 129,825.95) + (4 (2 \times 129,825.95))$$

$$= 1,233,346.49$$

Tabel 4.8: Biaya lembur 4 jam kerja.

No	Item Pekerjaan	Produktivitas Perjam	Normal Ongkos Perjam	Biaya Lembur Pekerjaan 4 Jam
I	Umum			
1	Mobilisasi	0.003	164,456.39	1,562,335.70
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	0.001	1,455.03	13,822.75
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	0.001	7,440.48	70,684.52
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	2.084	129,825.95	1,233,346.49
2	Pasangan Batu dengan Mortar	0.327	281,031.05	2,669,795.01
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	4.174	902,910.42	8,577,649.03
2	Penyiapan Badan Jalan	34.152	117,198.34	1,113,384.22
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	1.328	960,401.45	9,123,813.80
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	0.542	382,149.15	3,630,416.97
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	7.143	127,142.86	1,207,857.14
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	1.222	2,095,374.43	19,906,057.04

Tabel Lanjutan.

No	Item Pekerjaan	Produktivitas Perjam	Normal Ongkos Perjam	Biaya Lembur Pekerjaan 4 Jam
3	Bahan Anti Pengelupasan	0.103	12,157.41	115,495.42
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	1.786	3,201,364.61	30,412,963.77
2	Pasangan Batu	1.102	969,005.30	9,205,550.38
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	0.149	46,164.27	438,560.52

4.4.3 Crash Cost penambahan 4 jam kerja

Crash Cost pekerja perhari = (8 jam x normal cost pekerja) + (4 jam biaya lembur pekerja)

Crash Cost pekerja perhari pada jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten

Gayo Lues adalah sebagai berikut.

$$= (8 \times 129,825.95) + (1,233,346.49)$$

$$= 2,271,954.06$$

Tabel 4.9: *Crash cost* 4 jam kerja.

No	Item Pekerjaan	Normal Ongkos Perjam	Biaya Lembur Pekerjaan 4 Jam	Crash Cost Perhari
I	Umum			
1	Mobilisasi	164,456.39	1,562,335.70	2,877,986.82
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	1,455.03	13,822.75	25,462.96
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	7,440.48	70,684.52	130,208.33
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	129,825.95	1,233,346.49	2,271,954.06
2	Pasangan Batu dengan Mortar	281,031.05	2,669,795.01	4,918,043.44
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	902,910.42	8,577,649.03	15,800,932.42

Tabel Lanjutan.

No	Item Pekerjaan	Normal Ongkos Perjam	Biaya Lembur Pekerjaan 4 Jam	Crash Cost Perhari
2	Penyiapan Badan Jalan	117,198.34	1,113,384.22	2,050,970.94
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	960,401.45	9,123,813.80	16,807,025.42
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	382,149.15	3,630,416.97	6,687,610.21
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	127,142.86	1,207,857.14	2,225,000.00
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	2,095,374.43	19,906,057.04	36,669,052.45
3	Bahan Anti Pengelupasan	12,157.41	115,495.42	212,754.71
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	3,201,364.61	30,412,963.77	56,023,880.63
2	Pasangan Batu	969,005.30	9,205,550.38	16,957,592.81
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	46,164.27	438,560.52	807,874.64

4.4.4 Total Crash Cost penambahan 4 jam kerja

$Crash Cost \text{ pekerja} = Crash Cost \text{ pekerja perhari} \times Crash Duration$

Adapun crash cost pada pekerjaan jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues adalah sebagai berikut.

$$= 2,271,954.06 \times 46.67$$

$$= 106,024,522.92$$

Tabel 4.10: Total crash cost 4 jam kerja.

No	Item Pekerjaan	Crash Duratio	Crash Cost Perhari	Crash Cost Pekerja
I	Umum			
1	Mobilisasi	35	2,877,986.82	100,729,538.80

Tabel Lanjutan.

No	Item Pekerjaan	Crash Duratio	Crash Cost Perhari	Crash Cost Pekerja
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	157.5	25,462.96	4,010,416.67
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	157.5	130,208.33	20,507,812.50
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	46.67	2,271,954.06	106,024,522.92
2	Pasangan Batu dengan Mortar	52.5	4,918,043.44	258,197,280.47
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	23.33	15,800,932.42	368,688,423.18
2	Penyiapan Badan Jalan	11.67	2,050,970.94	23,927,994.27
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	35	16,807,025.42	588,245,889.58
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	35	6,687,610.21	234,066,357.29
V	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	70	2,225,000.00	155,750,000.00
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	35	36,669,052.45	1,283,416,835.68
3	Bahan Anti Pengelupasan	70	212,754.71	14,892,829.95
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	17.5	56,023,880.63	980,417,910.94
2	Pasangan Batu	17.5	16,957,592.81	296,757,874.22
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN - LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	40.83	807,874.64	32,988,214.58

4.4.5 Biaya tambahan penambahan 4 jam kerja

Biaya tambahan pekerjaan = *Crash Cost - Normal Cost*

Adapun biaya tambahan pada jalan Pertiekan Kecamatan Pinding Kabupaten Gayo Lues adalah sebagai berikut.

= 106,024,522.92 - 58,162,024.00

= 47,862,498.92

Tabel 4.11: Biaya tambahan penambahan 4 jam kerja.

No	Item Pekerjaan	Normal Cost	Crash Cost Pekerja	Tambahan Biaya Perekerjaan
I	Umum			
1	Mobilisasi	55,257,347.00	100,729,538.80	45,472,191.80
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	2,200,000.00	4,010,416.67	1,810,416.67
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	11,250,000.00	20,507,812.50	9,257,812.50
II	DRAINASE			
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	58,162,024.00	106,024,522.92	47,862,498.92
2	Pasangan Batu dengan Mortar	141,639,651.00	258,197,280.47	116,557,629.47
III	PEKERJAAN TANAH			
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	202,251,935.00	368,688,423.18	166,436,488.18
2	Penyiapan Badan Jalan	13,126,214.00	23,927,994.27	10,801,780.27
IV	PERKERASAN BERBUTIR			
1	Lapis Pondasi Aggregat Klas A	322,694,888.00	588,245,889.58	265,551,001.58
2	Lapis Pondasi Aggregat Klas B	128,402,116.00	234,066,357.29	105,664,241.29
V	PEKERJAAN PERKERASAN Tabel 4.11 ASPAL			
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	85,440,000.00	155,750,000.00	70,310,000.00
2	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	704,045,807.00	1,283,416,835.68	579,371,028.68
3	Bahan Anti Pengelupasan	8,169,781.00	14,892,829.95	6,723,048.95

Tabel Lanjutan.

No	Item Pekerjaan	Normal Cost	Crash Cost Pekerja	Tambahan Biaya Perekerjaan
VI	STRUKTUR			
1	Beton fc'15 Mpa	537,829,254.00	980,417,910.94	442,588,656.94
2	Pasangan Batu	162,792,891.00	296,757,874.22	133,964,983.22
VII	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN – LAIN			
1	Marka Jalan Termoplastik	18,096,392.00	32,988,214.58	14,891,822.58

4.4.6 Cost slope penambahan 4 jam kerja

Cost slope adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu

$$\text{cost slope percepatan proyek} = \frac{(\text{crash cost-normal cost})}{(\text{normal duration-crash duration})}$$

$$\text{Cost slope percepatan proyek} = \frac{4.468.621.901,04-2.451.358.300}{189 - 157}$$

$$\text{Cost slope percepatan proyek} = 64.040.114,32/\text{hari}$$

Tabel 4.12: Hasil perhitungan penambahan 1,2,3 dan 4 kerja

No	Keterangan	Waktu Penyelesaian Proyek (Hari)	Jumlah Waktu yang Dipercepat (Hari)	Besar Biaya Langsung Proyek (Rupiah)	Biaya Tambahan (Rupiah)	Cost Slope (Rupiah)
1	Waktu Normal	189	0	2,451,358,300.00	0	0
2	Penambahan 1 Jam	187	2	3,480,323,512.35	1,028,965,212.35	342,988,404.12
3	Penambahan 2 Jam	180	9	3,939,682,982.14	1,488,324,682.14	165,369,409.13
4	Penambahan 3 Jam	170	19	4,269,219,511	1,817,861,211	95676905.09
5	Penambahan 4 Jam	157	32	4,468,621,901	2,017,263,601	64,040,114.32

Tabel 4.14: Total biaya proyek.

Alternatif	Waktu (Hari)	Biaya (Rupiah)
0	189	2,451,358,300
2	187	3,480,323,512
9	180	3,939,682,982
19	170	4,269,219,511
32	157	4.468,621,901

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengolahan, dengan menggunakan metode (*Least Cost Scheduling*) yang dilakukan pada proyek jalan pertiekan kecamatan pinding Gayo Lues dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan menambah 4 jam penambahan jam kerja maka dapat mempercepat waktu penyelesaian 32 hari dengan biaya tambahan sebesar Rp. 2.017.263.601,04.
2. Waktu optimum dalam proyek tersebut dengan menggunakan metode *least Cost Scheduling* adalah 32 hari dengan penambahan 4 jam kerja.
3. Adapaun perbandingan antara biaya normal dengan biaya setelah percepatan waktu proyek yaitu mengalami kenaikan hampir dua kali lipat dari biaya awal sebesar Rp. 2.017.263.601,04 sedangkan waktu mengalami percepatan sebesar 32 hari.

5.2 Saran

Dengan hasil penelitian ini dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Sebaiknya metode *least cost scheduling* dapat diterapkan pada proyek jalan dengan memperhatikan item - item pekerjaan yang relevan.
2. Penambahan jam kerja sebaiknya dilakukan pada jenis pekerjaan yang tergolong kritis karena apabila dilakukan pada semua pekerjaan yang tidak termasuk dalam lintasan kritis akan menambah biaya sedangkan waktu dipercepat tidak terpengaruh.
3. Penggunaan metode *Least Cost Scheduling* pada pekerjaan jalan sebaiknya tidak direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Denpasar. Husen, Abrar, 2011, “Manajemen Proyek”, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Hardiyanta, Yudi, 2010, “ Optimalisasi Waktu Dan Biaya Pekerjaan Dengan MetodeLeast Cost Analysis (Studi Kasus Pembangunan Dan Perluasan Kantor Bupati Kalungkung) Optimum Pada Proyek Konstruksi”, Tugas Akhir, Teknik Sipil Universitas Udayana,
- Jaya, A. A., Yakin, K. & Bustamin, M. O. Kajian Pengaruh Percepatan Waktu Pekerjaan Konstruksi Terhadap Biaya Proyek Bess Mansion Apartement Surabaya. *Ge-Stram J. Perenc. Dan Rekayasa Sipil*2, 69–73 (2019)
- Maulidaini, 2010, “ Optimalisi Bia Menggunakan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus Proyek Pembangunan Perumahan Puri Cempaka Type 64/105) Optimum Pada Proyek Konstruksi”, Tugas Akhir, Teknik Sipil UniversitasMuhammadiyah, Yogyakarta
- Pratama, Fikri, 2016, “ Optimalisasi Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Kantor Dinas Peternakan Kabupaten Bone Bulango”, Tugas Akhir, Teknik Sipil UNDIP Semarang
- Priyo.Mandiyo & Pariadi Meiki (2018). Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (Gor). 21(1), 72–84. <https://doi.org/10.18196/st.211213>
- Purnomo, Dimas Aji,Lalu Mulyadi, & Edi Hargono.(2017). Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Gedung Perpustakaan Politeknik Negeri Banyuwangi dengan Metode Least Cost Analysis. vol. 6 no. 2 (2017): jurnal infomanpro.
- Putra, I Nyoman Dita Pahang.,(2019), Framework Of Construction Procedure Manual Of The Project Management Unit And Other Stakeholders In The Surabaya City Government,International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology, 10(6), pp. 175
- Rahman,A.N.A., 2018. Percepatan Waktu Terhadap Biaya Menggunakan Metode Fast Track Pada Pelaksanaan Proyek
- Santoso, W. Analisi Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam Dan Sistem Shift Kerja (Studi Kasus :

- Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof . Soeparwi ,
Fakultas Kedokteran Hewan Ugm). Tek. Sipil Univ. Islam Indones. (2017)
- Situmorang, D. Analisis Anggaran Biaya Dan Waktu Optimal Dengan Least Cost Scheduling. (2018).
- Stefanus, Y. (2017). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track Dan Crash Program. Jurnal Media Teknik Sipil, 15(1), 76. <https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4494>.
- Suleha, H. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Peningkatan Jalan Jurusan Batas Kota (Huraba)-Batas Marancar (Aek Sabaon)). (2021).
- Sutciana, L. A., Maranatha, W., Mt, M., Ph, D., & Nainggolan, I. T. H. (2020). Penerapan Metode Fast Track untuk Percepatan Penjadwalan (studi kasus : pembangunan gedung laboratorium vokasi dan industri Kreatif Vokasi tahap i .Universitas Brawijaya). 2(1), 1–7
- Telaumbanua, T.A., 2017. Perencanaan Waktu Penyelesaian Proyek Toko Modisland Manado dengan Metode CPM.Jurnal Sipil Statik, 5(8), pp. 549-557
- Violita, B. Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja Atau Durasi Kerja (Studi Kasus: Pembangunann Aula Dinas Perumahan Dan Kawasan Permukiman). 1–65 (2020).
- Wijanarko, B., & Oetomo, W. (2019). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Metode Crashing Dan Fast Tracking Pada Pelebaran Jalan Dan Jembatan. JSPTS: Jurnal Spesialis Teknik Sipil, 1(01).
- Yomelda, dan Christiono Utomo., (2015), Analisa Earned Value pada Proyek Pembangunan Vimala Hills Villa dan Resort Bogor,Jurnal Teknik ITS, 4(1) pp. 76-81.
- Yuliani Kurnia. (2018). analisis cash flow optimal pada kontraktor proyek pembangunan perumahan. Docplayer

LAMPIRAN

Lampiran 1A: Rencana Anggaran Biaya.

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	Bobot Pekerjaan %
b	c	d	e	f = (d x e)	e
DIVISI 1. UMUM					
Mobilisasi	Ls	1.00	55,257,347.00	55,257,347.00	2.2542
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1.00	2,200,000.00	2,200,000.00	0.0897
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Ls	1.00	11,250,000.00	11,250,000.00	0.4589
Galian untuk Selokan Drainase dan Pasangan Batu dengan Mortar	M3	933.52	62,303.66	58,162,024.00	2.3726
	M3	165.00	858,422.13	141,639,651.00	5.7780
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	935.00	216,312.23	202,251,935.00	8.2506
Penyiapan Badan Jalan	M2	3,825.00	3,431.69	13,126,214.00	0.5355
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR					
Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	446.25	723,125.80	322,694,888.00	13.1639
Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	182.00	705,506.13	128,402,116.00	5.2380
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL					
Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	4,800.00	17,800.00	85,440,000.00	3.4854
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi)	Ton	410.55	1,714,884.44	704,045,807.00	28.7206
Bahan Anti pengelupasan	Kg	68.97	118,450.00	8,169,781.00	0.3333
DIVISI 7. STRUKTUR					
Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$	M3	300.00	1,792,784.18	537,829,254.00	21.9401
Pasangan Batu	M3	185.20	879,011.29	162,792,891.00	6.6409
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				700,622,145.00	28.5810
DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN					
Marka Jalan Termoplastik	m2	58.50	309,340.04	18,096,392.00	0.7382
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 9 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				18,096,392.00	0.7382
J U M L A H				2,451,358,300.00	100.00

Lampiran 1B: Time Schedule.

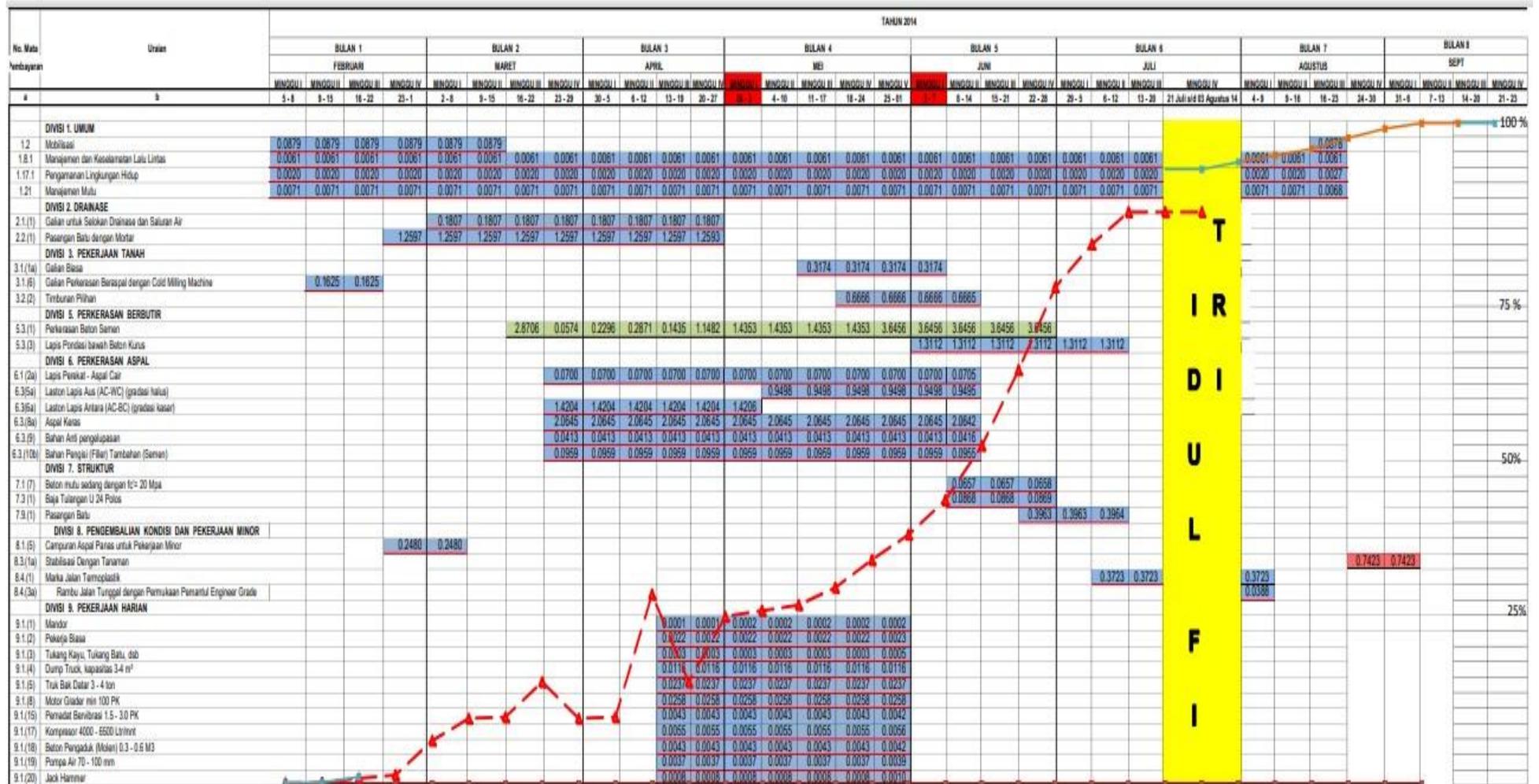
Uraian	TAHUN 2014																												MET.				
	BULAN 1				BULAN 2				BULAN 3				BULAN 4				BULAN 5				BULAN 6				BULAN 7					BULAN 8			
	FEBRUARI				MARET				APRIL				MEI				JUNI				JULI				AGUSTUS					SEPT			
	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV	MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV		MINGGU I	MINGGU II	MINGGU III	MINGGU IV
d	5-8	9-11	12-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-31	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-31	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-31	1-3	4-6	7-9	10-12	
DIVISI 1. UMUM																																	
Mobilisasi	0.3220	0.3220	0.3220	0.3220	0.3220	0.3220																											
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	
Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air			0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636	0.2636													
Pasangan Batu dengan Mortar			0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420	0.6420													
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH																																	
Timbunan Pilihan dari sumber galian																																	
Penyiapan Badan Jalan		0.2677	0.2678																														
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR																																	
Lapis Pondasi Agregat Klas A																																	
Lapis Pondasi Agregat Klas B																																	
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL																																	
Lapis Perekat - Aspal Cair																																	
Leston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi)																																	
Balok Anti pengelupasan																																	
DIVISI 7. STRUKTUR																																	
Belton mutu sedang dengan f'c= 20																																	
Pasangan Batu																																	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)																																	
DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN																																	
Marka Jalan Termoplastik																																	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 9 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)																																	
JUMLAH																																	

U
 S
 E
 S
 I
 I
 D
 T
 U
 R
 L
 I

U
 S
 E
 S
 I
 I
 D
 T
 U
 R
 L
 I
 P

100%
 75%
 50%
 25%
 0%

Lampiran 1C: Kurva S.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Qafrawi Iqram
Nama panggilan : Iqram
Tempat, tanggal lahir : Lawe Sigala Gala, 08 September 1996
Jenis kelamin : Laki-Laki
Alamat sekarang : Jl, abadi Tanjung Rejo Kompleks Kingstone Palace
Nomor hp : 0822 1111 4436
Email : kafrawiikram@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210150
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah dasar	MIN Lawe Sigala Gala	2008
Sekolah menengah pertama	SMPN 1 Lawe Sigala Gala	2011
Sekolah menengah atas	SMAN 1 Lawe Sigala Gala	2014