

TUGAS AKHIR

**VALUE ENGINEERING DALAM PELAKSANAAN PEKERJAAN
TIMBUNAN TANAH DENGAN SLAB ON PILE PADA PROYEK
KONSTRUKSI JALAN TOL JOGJA-BAWEN
SEKSI 6 STA MAINROAD 2+850 S/D 3+000**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Arsyan Dhimas Setyawan.

Watawaa Shaubil Haq.

NIM : 30202200297

NIM : 30202200333

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2025

TUGAS AKHIR

**VALUE ENGINEERING DALAM PELAKSANAAN
PEKERJAAN TIMBUNAN TANAH DENGAN SLAB ON PILE
PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN TOL JOGJA-BAWEN
SEKSI 6 STA MAINROAD 2+850 S/D 3+000**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam
Menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik
Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Arsyan Dhimas Setyawan

NIM : 30202200297

Watawaa Shaubil Haq

NIM : 30202200333

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

VALUE ENGINEERING DALAM PELAKSANAAN PEKERJAAN
TIMBUNAN TANAH DENGAN SLAB ON PILE PADA PROYEK
KONSTRUKSI JALAN TOL JOGJA BAWEN SEKSI 6
STA MAINROAD 2+850 – 3+000



Arsyah Dhimas Setyawan.
NIM : 30202200297



Watawaa Shaubil Haq
NIM : 30202200333

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 21 Januari 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT**
NIDN: 0615066301
2. **Eko Muliawan Satrio, ST., MT**
NIDN: 0610118101

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 24 / A.2 / SA-T / IV / 2024

Pada hari ini tanggal 21-01-2025 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. IR. H. Kartono Wibowo, MM., MT
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Arsyan Dhimas Setyawan.
NIM : 30202200297

Watawaa Shaubil Haq
NIM : 30202200333

Judul : Value Engineering Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Tanah Dengan Slab On Pile Pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Jogja Bawen Seksi 6 STA Mainroad 2+850 – 3+000

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	24/04/2024	
2	Seminar Proposal	02/08/2024	ACC
3	Pengumpulan data	09/09/2024	
4	Analisis data	03/10/2024	
5	Penyusunan laporan	10/12/2024	
6	Selesai laporan	21/01/2025	ACC

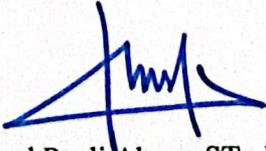
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT.


Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Arsyah Dhimas Setyawan.
NIM : 30202200297
2. NAMA : Watawaa Shaubil Haq
NIM : 30202200333

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :
"Value Engineering Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Tanah Dengan Slab
On Pile Pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Jogja Bawen Seksi 6 STA Mainroad
2+850 – 3+000" kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

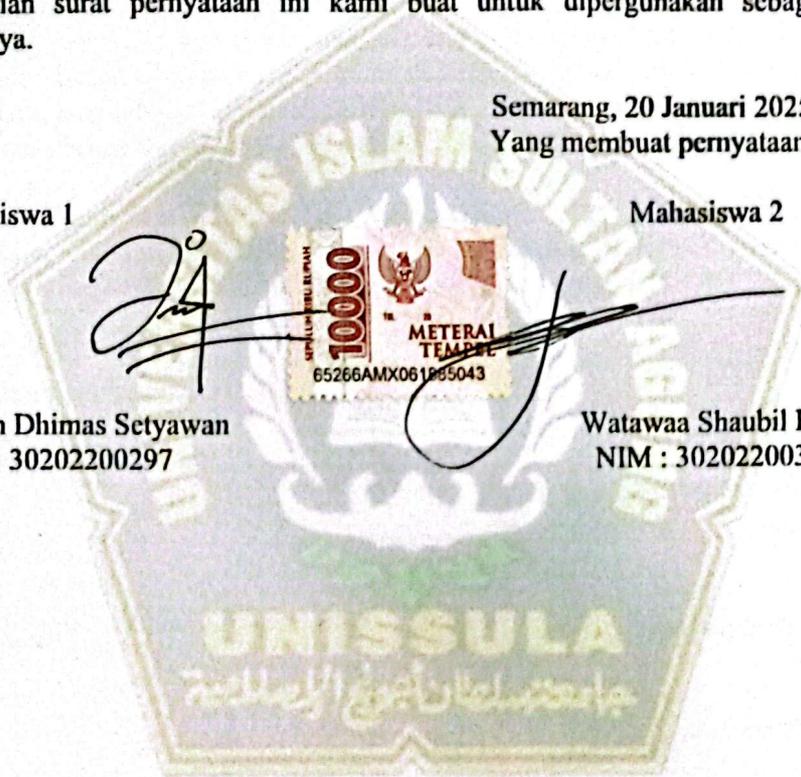
Semarang, 20 Januari 2025
Yang membuat pernyataan,

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Arsyah Dhimas Setyawan
NIM : 30202200297

Watawaa Shaubil Haq
NIM : 30202200333



PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

1. NAMA : Arsyah Dhimas Setyawan.
NIM : 30202200297
2. NAMA : Watawaa Shaubil Haq
NIM : 30202200333

JUDUL TUGAS AKHIR : "Value Engineering Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Tanah Dengan Slab On Pile Pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Jogja Bawen Seksi 6 STA Mainroad 2+850 – 3+000"

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 20 Januari 2025
Yang membuat pernyataan,

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Arsyah Dhimas Setyawan
NIM : 30202200297

Watawaa Shaubil Haq.
NIM : 30202200333



MOTTO

"Akan tetapi, orang-orang yang ilmunya mendalam di antara mereka dan orang-orang mukmin beriman pada (Al-Qur'an) yang diturunkan kepadamu (Nabi Muhammad) dan pada (kitab-kitab) yang diturunkan sebelumnya. (Begitu pula) mereka yang melaksanakan salat, yang menunaikan zakat, dan yang beriman kepada Allah serta hari Akhir. Kepada mereka akan Kami berikan pahala yang besar."(QS An-Nisa: 612)

"Sembahlah Allah dan janganlah kamu mempersekutukan-Nya dengan sesuatupun. Dan berbuat baiklah kepada kedua orang tua"(Q.S An Nisa: 36)

"Tidak ada kebaikan pada banyak pembicaraan rahasia mereka, kecuali (pada pembicaraan rahasia) orang yang menyuruh bersedekah, (berbuat) kebaikan, atau mengadakan perdamaian di antara manusia. Siapa yang berbuat demikian karena mencari rida Allah kelak Kami anugerahkan kepadanya pahala yang sangat besar" (Q.S An Nisa : 114)

"Ketika dia telah cukup dewasa, Kami berikan kepadanya kearifan dan ilmu. Demikianlah, Kami memberi balasan kepada orang-orang yang berbuat baik."(QS yusuf: 22)

"Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga." (HR. Muslim)

"Jika seorang manusia mati, maka terputuslah darinya semua amalnya kecuali dari tiga hal; dari sedekah jariyah atau ilmu yang diambil manfaatnya atau anak shalih yang mendoakannya". (HR. Muslim no. 1631).

"Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat untuk orang lain". (HR. Ath-Thabari)

"Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim." – (HR. Ibnu Majah)

"Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu, belajarlh untuk tenang dan sabar." - Umar bin Khattab

"Tahapan pertama dalam mencari ilmu adalah mendengarkan, kemudian diam dan menyimak dengan penuh perhatian, lalu menjaganya, lalu mengamalkannya, dan kemudian menyebarkannya." - Sufyan bin Uyainah

"Jika seorang mencari ilmu, maka itu akan tampak di wajah, tangan dan lidahnya serta dalam kerendahan hatinya kepada Allah." - Hasan al-Bashri

PERSEMBAHAN

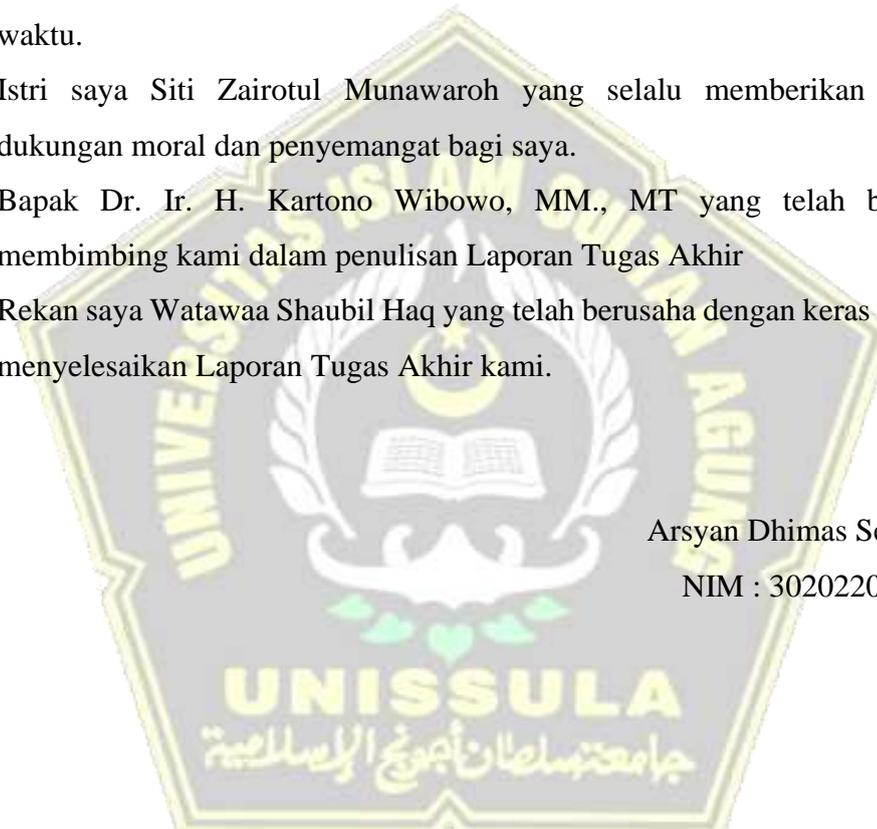
Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Diri kami sendiri yang telah semangat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sampai akhir.
2. Kedua orang tua penulis, yaitu bapak Eko Sulistyono, SH. dan ibu Munjaroah, serta segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan penuh sepanjang waktu.
3. Istri saya Siti Zairotul Munawaroh yang selalu memberikan support dukungan moral dan penyemangat bagi saya.
4. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT yang telah berkenan membimbing kami dalam penulisan Laporan Tugas Akhir
5. Rekan saya Watawaa Shaubil Haq yang telah berusaha dengan keras bersama menyelesaikan Laporan Tugas Akhir kami.

Arsyan Dhimas Setyawan

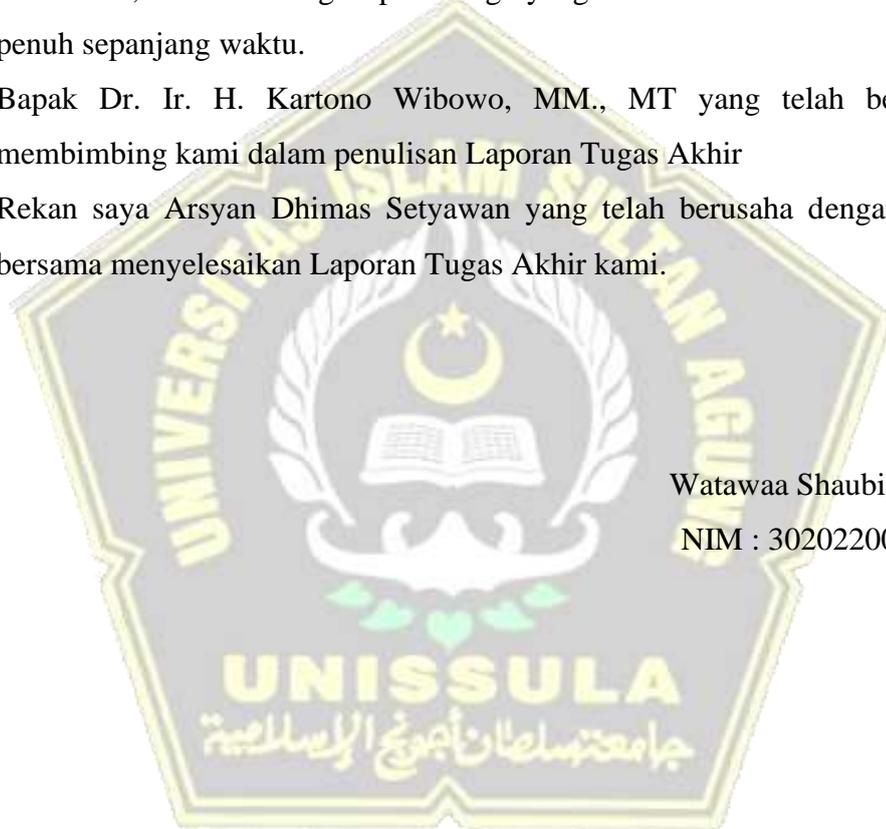
NIM : 30202200297



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Diri kami sendiri yang telah semangat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sampai akhir.
2. Kedua orang tua penulis, yaitu bapak Edi Suyoto, S.Pd., M.Pd dan ibu Susilowati, S.Pd serta segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan penuh sepanjang waktu.
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT yang telah berkenan membimbing kami dalam penulisan Laporan Tugas Akhir
4. Rekan saya Arsyah Dhimas Setyawan yang telah berusaha dengan keras bersama menyelesaikan Laporan Tugas Akhir kami.



Watawaa Shaubil Haq
NIM : 30202200333

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Value Engineering* dalam Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Tanah dengan *Slab on Pile* pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 6 STA *Mainroad 2+850 s/d 3+000*” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Kami menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar,ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada kami.
5. Orang tua dan keluarga kami yang telah mendukung dan memberikan support penuh kepada kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan ilmu pengetahuan, kemampuan, pemahaman, dan kurangnya pengalaman yang dimiliki, dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proyek Konstruksi	5
2.2 Value Engineering	6
2.2.1 Value Engineering Job Plan.....	7
2.3 Metode Pelaksanaan Konstruksi.....	8
2.4 Jalan Bebas Hambatan.....	9
2.4.1 Ramp	9
2.4.2 Elevated.....	10
2.4.3 At Grade	10
2.5 Tanah Timbunan.....	10
2.6 Pondasi.....	10
2.6.1 Pondasi Dangkal	11
2.6.2 Pondasi Dalam	12
2.7 Spun Pile.....	13
2.8 Alat Berat.....	14
2.8.1 Sumber Alat Berat	14
2.8.2 Jenis-Jenis Alat Berat yang Digunakan	15
2.9 Penjadwalan.....	27
2.9.1 Microsoft Project	28
2.10 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	32
3.1.1 Tahap Informasi.....	32
3.1.2 Tahap Analisa Fungsi	32

3.1.3 Tahap Kreativitas.....	33
3.1.4 Tahap Evaluasi.....	33
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	33
3.2.1 Waktu Kegiatan Penelitian.....	33
3.2.2 Lokasi Penelitian.....	33
3.3 Data Umum Proyek.....	35
3.4 Data Teknis Proyek.....	36
3.5 Cara Pengumpulan Data.....	38
BAB IV PEMBAHASAN.....	40
4.1 Tahap Informasi.....	40
4.1.1 Gambar Rencana.....	40
4.1.2 Lingkup Pekerjaan.....	41
4.1.3 Daftar Harga Material dan Sewa Alat.....	42
4.1.4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).....	48
4.1.5 Rencana Anggaran Biaya.....	54
4.2 Tahap Analisa Fungsi.....	55
4.3 Tahap Kreativitas.....	56
4.3.1 Perhitungan Volume Pekerjaan.....	59
4.4 Tahap Evaluasi.....	64
4.4.1 Perbandingan Biaya Langsung.....	64
4.4.2 Perbandingan Biaya Tidak Langsung.....	66
4.5 Hasil dan Pembahasan.....	74
BAB V PENUTUP.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (tripleconstraint).....	5
Gambar 2. 2 Tanah Timbunan	10
Gambar 2. 3 Macam-macam bentuk pondasi. (a) pondasi memanjang. (b) pondasi telapak. (c) pondasi rakit. (d) pondasi sumuran. (e) pondasi tiang ...	13
Gambar 2. 4 <i>Spun File</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Batching Plant</i>	15
Gambar 2. 6 <i>Wheel Loader</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Truck mixer</i>	20
Gambar 2. 8 <i>Truck trailer lossbak</i>	21
Gambar 2. 9 <i>Dump truck</i>	22
Gambar 2. 10 <i>Excavator</i>	23
Gambar 2. 11 <i>Crane Hammer</i>	25
Gambar 2. 12 Vibro Roler.....	26
Gambar 2. 13 <i>Concrete Slipform Paver</i>	26
Gambar 2. 14 Hubungan FS.....	29
Gambar 2. 15 Hubungan FF.....	29
Gambar 2. 16 Hubungan SS.....	29
Gambar 2. 17 Hubungan SF.....	30
Gambar 2. 18 Hubungan FS + 3	30
Gambar 2. 19 Hubungan FS – 3.....	30
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian	32
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang.....	34
Gambar 3. 3 Plan Proyek Tol Jogja Bawen Seksi 6.....	34
Gambar 3. 4 <i>Site plan</i> Lokasi Penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Tipikal cross section mainroad sta 2+850 – 3+000.....	41
Gambar 4. 2 Lahan STA 2+850 – 3+000 menggunakan Desain At Grade	56
Gambar 4. 3 Lahan STA 2+850 – 3+000 menggunakan Desain Slab On Pile	57
Gambar 4. 4 Beton Penghalang Tepi Jalan	60
Gambar 4. 5 Strip Seal Joint	60
Gambar 4. 6 Beton Struktur Pile Head	61
Gambar 4. 7 Beton Struktur Pile Slab.....	63
Gambar 4. 8 Schedule Pekerjaan at grade sta 2+850 – 3+000.....	76
Gambar 4. 9 Schedule Pekerjaan slab on pile sta 2+850 – 3+000.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa)</i>	18
Tabel 2. 2 <i>Faktor bucket (bucket fill factor, Fb) untuk wheel loader</i>	19
Tabel 4. 1 Daftar harga material	43
Tabel 4. 2 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan	43
Tabel 4. 3 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan	44
Tabel 4. 4 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan	44
Tabel 4. 5 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan	45
Tabel 4. 6 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan	45
Tabel 4. 7 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan	46
Tabel 4. 8 Daftar Sewa Alat	46
Tabel 4. 9 Daftar Sewa Alat	47
Tabel 4. 10 Daftar Sewa Alat	47
Tabel 4. 11 AHSP Pembersihan Tempat Kerja	49
Tabel 4. 12 AHSP Penebangan Pohon Dia.<30cm	49
Tabel 4. 13 AHSP Penebangan Pohon Dia.30-50cm	49
Tabel 4. 14 AHSP Pembongkaran Rumah	50
Tabel 4. 15 AHSP Timbunan Tanah Biasa untuk Badan Jalan	50
Tabel 4. 16 AHSP Timbunan Tanah Pilihan untuk Badan Jalan	50
Tabel 4. 17 AHSP Pelebaran Jalan dengan LPA	51
Tabel 4. 18 AHSP Beton Lean Concrete K-100	51
Tabel 4. 19 AHSP Rigid Pavement K-400	51
Tabel 4. 20 AHSP Saluran DS-5	52
Tabel 4. 21 AHSP Pemasangan Geotekstil Tipe A	52
Tabel 4. 22 AHSP Solid Soding	52
Tabel 4. 23 AHSP Pemasangan Guardrail	53
Tabel 4. 24 Rambu Tipe A1	53
Tabel 4. 25 AHSP Marka	54
Tabel 4. 26 Analisa Pareto Cost Model At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000	54
Tabel 4. 27 Rician RAB At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000	55
Tabel 4. 28 RAB At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000 dengan Slab On Pile	58
Tabel 4. 29 Rician RAB At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000 dengan Slab On Pile	58
Tabel 4. 30 Rician Perhitungan Volume Tack Coat	59
Tabel 4. 31 Rician Perhitungan Volume Anti Pengelupasan dan AC-WC	59
Tabel 4. 32 Rician Perhitungan Volume Beton Penghalang	60
Tabel 4. 33 Rician Perhitungan Volume Strip Seal Joint	61
Tabel 4. 34 Rician Perhitungan Volume Baja Tulangan Sirip 420B	61
Tabel 4. 35 Rician Perhitungan Volume Pile head	62
Tabel 4. 36 Rician Perhitungan Volume Pile Slab	63
Tabel 4. 37 Analisa Biaya dan Waktu Pekerjaan At Grade	64
Tabel 4. 38 Analisa Biaya dan Waktu Pekerjaan Slab On Pile	65
Tabel 4. 39 Perbandingan biaya dan waktu pekerjaan At Grade dengan Slab On Pile	

STA 2+850 – 3+000	65
Tabel 4. 40 Total Gaji per Bulan Personil.....	66
Tabel 4. 41 Biaya Tidak Langsung Manajemen Proyek Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000.....	67
Tabel 4. 42 Biaya Tidak Langsung Manajemen Proyek Pada Pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 - 3+000.....	67
Tabel 4. 43 Pengaruh biaya manajemen proyek karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile.....	68
Tabel 4. 44 Biaya Tidak Langsung Alat Penunjang Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000	69
Tabel 4. 45 Biaya Tidak Langsung Alat Penunjang Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000	69
Tabel 4. 46 Pengaruh biaya alat penunjang karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile.....	70
Tabel 4. 47 Biaya Sewa Lahan Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000.....	71
Tabel 4. 48 Biaya Partisipasi Lingkungan Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000	71
Tabel 4. 49 Biaya CSR Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000.....	72
Tabel 4. 50 Pengaruh biaya sosial karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile	73
Tabel 4. 51 Biaya Entertainment Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000.....	73
Tabel 4. 52 Perbandingan Biaya Tidak Langsung Pekerjaan At Grade dengan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000.....	74
Tabel 4. 53 Pengaruh biaya karena percepatan waktu pada pekerjaan at grade dengan slab on pile STA 2+850 – 3+000.....	74

**VALUE ENGINEERING DALAM PELAKSANAAN PEKERJAAN
TIMBUNAN TANAH DENGAN SLAB ON PILE PADA PROYEK
KONSTRUKSI JALAN TOL JOGJA-BAWEN
SEKSI 6 STA MAINROAD 2+850 S/D 3+000**

Oleh:

Arsyan Dhimas Setyawan¹⁾, Watawaa Shaubil Haq¹⁾, Kartono Wibowo²⁾

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi penerapan value engineering dalam pembangunan jalan tol Jogja-Bawen Seksi 6 STA Mainroad 2+850 hingga 3+000, dengan tujuan meningkatkan efisiensi biaya dan waktu. Proyek ini, bagian dari upaya pemerintah Indonesia dalam mengembangkan infrastruktur jalan tol, berfokus pada penggunaan slab on pile sebagai alternatif desain dari timbunan tanah yang memerlukan pembebasan lahan luas dan biaya besar. Penelitian ini mencakup beberapa tahap, termasuk pengumpulan data, analisis fungsi, dan evaluasi desain ulang, yang melibatkan perbandingan antara metode tradisional dan slab on pile.

Pendekatan value engineering yang diterapkan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengurangi biaya dan waktu konstruksi dengan menggunakan slab on pile sebagai pengganti timbunan tanah. Metode penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahap, yaitu pengumpulan data lapangan, analisis fungsi, kreativitas, dan evaluasi. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan pihak terkait, serta studi pustaka

Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan slab on pile lebih efisien, menghemat biaya langsung sebesar Rp 9,47 miliar dan biaya tidak langsung sebesar Rp 901 juta, dengan total penghematan mencapai Rp 10,38 miliar. Selain itu, metode ini juga mempercepat penyelesaian proyek sebesar 59 hari dibandingkan metode timbunan. Penelitian ini menawarkan kontribusi signifikan bagi pengelolaan proyek jalan tol di Indonesia, memberikan alternatif yang lebih ekonomis dan efektif dalam perencanaan infrastruktur jalan.

Kata Kunci : *efisiensi biaya; optimasi waktu; slab on pile; timbunan tanah; value engineering*

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Unisulla

²⁾ Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Unisulla

**VALUE ENGINEERING IN THE IMPLEMENTING OF SOIL
EMBANKMENT WITH SLAB ON PILE IN THE JOGJA-BAWEN TOLL
ROAD CONSTRUCTION PROJECT
SECTION 6 STA MAIN ROAD 2+850 TO 3+000**

By:

Arsyan Dhimas Setyawan¹⁾, Watawaa Shaubil Haq¹⁾, Kartono Wibowo²⁾

Abstract

This study evaluates the application of value engineering in the construction of the Jogja-Bawen Toll Road Section 6, STA Mainroad 2+850 to 3+000, aiming to improve cost and time efficiency. The project, part of the Indonesian government's efforts to expand toll road infrastructure, focuses on using slab on pile as an alternative to the traditional soil embankment, which requires extensive land acquisition and high costs. The study includes several stages, such as data collection, function analysis, and redesign evaluation, comparing traditional methods with slab on pile.

The value engineering approach in this study aims to cut costs and construction time by replacing soil embankments with slab on pile. The research methodology involves several steps: field data collection, function analysis, creativity, and evaluation. Data was gathered through field observations, interviews with relevant parties, and literature reviews.

The results show that using slab on pile is more efficient, saving Rp 9.47 billion in direct costs and Rp 901 million in indirect costs, totaling savings of Rp 10.38 billion. Additionally, this method speeds up project completion by 59 days compared to the traditional embankment method. This study provides significant contributions to toll road project management in Indonesia, offering a more economical and effective alternative for road infrastructure planning.

Keywords: *cost efficiency; time optimization; slab on pile; soil embankment; value engineering*

¹⁾ Student of the Faculty of Engineering, Unisulla Civil Engineering Study Program

²⁾ Lecturer of the Faculty of Engineering, Unisulla Civil Engineering Study Program

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan bebas hambatan atau jalan tol dalam sebuah negara sering kali dijadikan tolak ukur perekonomian suatu negara. Di negara Indonesia sendiri pembangunan proyek jalan tol sedang gencar dilakukan, dimana salah satu pembangunan jalan tol di Indonesia adalah pembangunan jalan tol Trans-Jawa.

Menurut pemerintah, proyek tol Trans-Jawa adalah proyek multimanfaat karena transportasi angkutan barang akan semakin efisien dengan waktu tempuh yang semakin cepat. Biaya transportasi yang semakin efisien akan berdampak pada nilai tambah berbagai komoditas, termasuk komoditas hasil pertanian (Sumaryoto, 2010).

Berkaitan dengan dampak infrastruktur terhadap perekonomian yang telah diuraikan di atas, pembangunan infrastruktur jalan baru termasuk jalan tol merupakan salah satu program yang menjadi prioritas Pemerintah Republik Indonesia saat ini (Fahmi Salam Ahmad, 2022). Dimana salah satu pembangunan jalan tol yang sedang dikerjakan adalah pembangunan jalan tol Jogja-Bawen yang menjadi objek penelitian kali ini.

Jalan Tol Jogja Bawen ini, memiliki total panjang pekerjaan sepanjang 4,9km. Dengan lebar jalan utama 24,2m ditambah rounding, saluran berupa DS 5 dan slope timbunan 1:2 dengan bench jika terdapat beda tinggi 5m. Dengan adanya desain jalan tol menggunakan timbunan yang memerlukan lebar lahan yang cukup besar maka hal ini berdampak pada biaya pembebasan lahan yang luas sehingga menimbulkan biaya yang besar untuk melakukan pembebasan lahan dan volume yang besar untuk timbunan tanah tersebut. Dari *case* pembebasan lahan dan besarnya volume timbunan ini ada potensi dilakukan *value engineering* dengan merencanakan desain dari mulanya menggunakan timbunan tanah yang memerlukan pembebasan lahan yang lebar menjadi desain elevated dengan menggunakan *slab on pile* dimana pembebasan lahan yang akan dibebaskan menjadi lebih kecil dan menghilangkan volume timbunan tanah sehingga dapat

memangkas biaya pembebasan lahan serta nilai konstruksi juga menjadi lebih kecil dengan adanya desain elevated ini. Dalam perencanaan kami kali ini, kami mengambil sampel pekerjaan yaitu Paket 1 (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan dalam latar belakang, dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut.

- a. Pekerjaan apa yang lebih optimal secara biaya dan waktu antara pekerjaan timbunan tanah (at grade) menjadi elevated (slab on pile) Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000 dengan metode *value engineering*?
- b. Berapa efisiensi biaya langsung yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?
- c. Berapa efisiensi biaya tidak langsung yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?
- d. Berapa efisiensi biaya langsung dan tidak langsung yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?
- e. Berapa efektivitas waktu yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui pekerjaan yang lebih optimal secara biaya dan waktu antara pekerjaan timbunan tanah (at grade) menjadi elevated (slab on pile) Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000 dengan metode *value engineering*.

- b. Menghitung efisiensi biaya langsung yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?
- c. Menghitung efisiensi biaya tidak langsung yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?
- d. Menghitung efisiensi biaya langsung dan tidak langsung yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?
- e. Menghitung efektivitas waktu yang akan diperoleh setelah dilakukan *value engineering* Jalan Tol Jogja Bawen (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan adalah sebagai berikut :

- a. Penulis

Sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan dan menambah pengetahuan, khususnya dalam metode pelaksanaan pada proyek konstruksi.

- b. Tempat penelitian

Sebagai bahan evaluasi dan perbandingan antara hasil analisis yang dilakukan oleh penulis dan data asli yang ada pada proyek.

- c. Institusi pendidikan

Sebagai sarana tambahan referensi di perpustakaan Universitas Islam Sultan Agung mengenai permasalahan yang terkait dengan penulisan Tugas Akhir ini dan memberikan kontribusi keilmuan khususnya di bidang Infrastruktur Jalan Tol.

- d. Masyarakat secara umum

Sebagai salah satu pertimbangan dalam perencanaan konstruksi pondasi jalan tol antara timbunan tanah dan slab on pile. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat menjadi titik awal untuk dapat mengembangkan perencanaan pondasi jalan tol

menjadi lebih baik.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Desain dan pemodelan struktur mengacu pada proyek konstruksi Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 6 STA MAINROAD 2+850 s/d 3+000
- b. Analisa Harga Satuan Pasar menggunakan Peraturan Walikota Semarang No 40 Tahun 2023

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan penulisan Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, dimana masing masing bab dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan uraian mengenai teori dari berbagai sumber yang menjadi dasar dalam penulisan.

BAB III : METODE PENULISAN

Bab ini membahas tentang strategi yang dipakai dalam pengumpulan data di lapangan, serta metode penyajian dan analisis data yang akan digunakan untuk mengolah data yang nantinya didapatkan.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan dan hasil dari penelitian tugas akhir yang merupakan inti dari penulisan yang membahas tentang penerapan system manajemen mutu pada pekerjaan timbunan tanah proyek Jalan Tol Jogja-Bawen.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan pada bab sebelumnya.

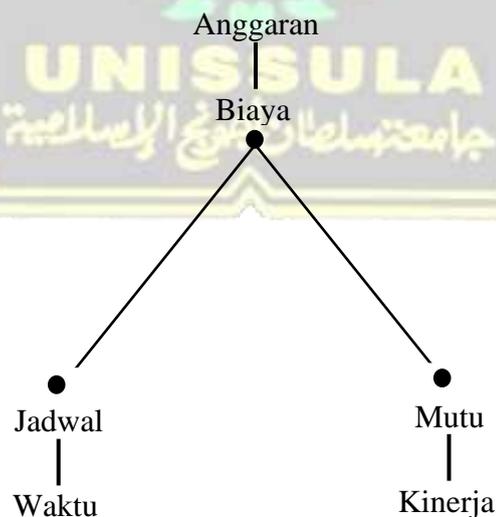
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *methode* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), *time* (waktu). (Dispohusodo, 1995).

Dalam pengertian lain, kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. (Soeharto,I., 1995). Dalam setiap proyek memiliki tujuan khusus, adapun untuk mencapai tujuan tersebut, ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering dialokasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple constraint*). (Gambar 2.1)



Gambar 2. 1 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (*tripleconstraint*)
(Sumber : Soeharto,I., 1995)

a. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dan jumlah besar dan jadwal pengerjaan bertahun-tahun, anggarannya tidak hanya ditentukan secara total proyek, tetapi dipecah atas komponen-komponennya atau per periode tertentu (misalnya, per kuartal) yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran per periode.

b. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang ditentukan.

c. Mutu

Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sebagai contoh, bila hasil kegiatan proyek tersebut berupa instalasi pabrik, maka kriteria yang harus dipenuhi adalah pabrik harus mampu beroperasi secara memuaskan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal. Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi. (Soeharto,I., 1995).

2.2 Value Engineering

Rekayasa nilai (Value Engineering) menurut Chandra (1988) “adalah metode yang terorganisir untuk menganalisis suatu masalah dengan tujuan untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang diinginkan dengan biaya dan hasil akhir yang optimal. Rekayasa nilai digunakan untuk mendapatkan suatu alternatif atau ide yang bertujuan untuk

memperoleh biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari biaya perencanaan awal tanpa mengabaikan mutu/kualitas pekerjaan. Analisis kembali pada suatu rencana anggaran biaya dalam pembangunan suatu proyek menjadi salah satu pilihan agar mendapatkan anggaran biaya yang paling hemat, namun masih sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

Menurut Chandra (1988) “bahwa Value Engineering Program adalah Proven Management Technique yang menggunakan systematic approach, dan usaha yang terorganisir yang diarahkan untuk menganalisa fungsi dari suatu item atau system dengan tujuan untuk mencapai fungsi yang diperlukan itu dengan biaya yang seringannya, konsisten dengan ketentuan untuk penampilan, realibilitas, kualitas, dan pemeliharaan dari proyek tersebut. Value Engineering Program dapat mengurangi biaya proyek dengan jalan mengurangi biaya-biaya yang tidak diperlukan yang berhubungan dengan masalah teknik. Pada beberapa tahun terakhir ini penggunaan Value Engineering meningkat dengan pesat sekali, hal ini disebabkan diantaranya :

- a. Meningkatnya dengan pesat biaya konstruksi pada 10 tahunan terakhir ini
- b. Kekurangan dana atau biaya untuk pembangunan
- c. Suku bunga yang cukup tinggi terhadap dana-dana yang dipergunakannya
- d. Meningkatnya inflasi setiap tahun.

2.2.1 Value Engineering Job Plan

Tahapan-tahapan dalam value engineering job plan yaitu:

- a. Tahap informasi

Informasi umum suatu proyek menurut Donomartono (1999) dalam Ustoyo, (2007) dapat berupa :

- 1) Kriteria desain teknis.
- 2) Kondisi lapangan (topografi, kondisi tanah, daerah sekitar, gambar sekitar).
- 3) Kebutuhan-kebutuhan reguler.
- 4) Unsur-unsur desain (komponen konstruksi dan bagian-bagian dari proses).
- 5) Riwayat proyek.
- 6) Batasan yang dipakai untuk proyek.
- 7) Utility yang tersedia.

- 8) Perhitungan desain.
 - 9) Partisipasi publik.
- b. Tahap analisis fungsi
- Menurut Berawi (2014) dalam Ustoyo (2007), fase analisis fungsi adalah salah satu fase dari rencana kerja VE yang bertujuan untuk memahami proyek dari sudut pandang fungsi. Tujuan fase analisis fungsi adalah mengidentifikasifungsi-fungsi yang memiliki peluang bagi upaya peningkatan nilai. Dalam analisis fungsi perlu dilakukan beberapa aktivitas penting selama fase identifikasi dan analisis fungsi.
- c. Tahap kreatif
- Menurut Hutabarat (1995) dalam Ustoyo (2007), tahap kreatif adalah mengembangkan sebanyak mungkin alternatif yang bisa memenuhi fungsi primer atau pokoknya. Alternatif-alternatif ini dapat berupa desain, material, metode kerja, dan waktu pelaksanaan.
- d. Tahap evaluasi
- Menurut Donomartono (1999) dalam Ustoyo (2007), pada tahap ini seluruh alternatif dianalisis dari segi keuntungan dan kerugian lalu diranking, sehingga didapatkan alternatif terbaik yang akan digunakan nantinya.

2.3 Metode Pelaksanaan Konstruksi

Metode pelaksanaan konstruksi pada hakekatnya adalah penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan, merupakan inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi. Metode pelaksanaan konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik.

Metode pelaksanaan konstruksi merupakan bagian yang sangat penting dalam proyek konstruksi, karena untuk mencapai keberhasilan proyek baik dalam hal mutu, efisiensi waktu dan optimalisasi biaya pelaksanaan, maka perlu disusun metode pelaksanaan yang efektif dan efisien. Dalam metode pelaksanaan ini harus jelas urutan setiap pekerjaannya, penggunaan jenis dan kapasitas alat yang digunakan serta penjadwalan kerja yang jelas.

Dalam melaksanakan pekerjaan, biasanya dimungkinkan dengan berbagai metode. Beberapa alternatif metode pelaksanaan yang ada, tentunya akan

menghasilkan beberapa alternatif biaya juga. Dalam hal ini, alternatif metode pelaksanaan yang harus dipilih tentunya yang menghasilkan biaya yang paling rendah. Dimana metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi, dalam pengembangan alternatifnya, dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut :Desain bangunan, medan/lokasi pekerjaan, serta ketersediaan tenaga kerja, bahan, dan peralatan.

2.4 Jalan Bebas Hambatan

Berdasarkan Undang-Undang No.13 Tahun 1980, jalan didefinisikan sebagai sarana perhubungan darat, termasuk bagian jalan serta bangunan pelengkap dan perlengkapan yang diperuntukan untuk lalu-lintas. Area jalan tersebut terdiri dari Daerah Manfaat Jalan, Daerah Milik Jalan, dan Daerah Pengawasan Jalan.

Berdasarkan PP No. 15 Tahun 2005, jalan tol didefinisikan sebagai jalan umum yang termasuk dalam sistem jaringan jalan dan merupakan jalan nasional yang mewajibkan pengguna untuk membayar tol. Tarif tol berbeda untuk setiap golongan kendaraan, dan ketentuan tersebut telah ditetapkan oleh presiden. Istilah "tol" merupakan singkatan dari Tax on Location, yang berarti sejumlah uang yang dibayarkan untuk menggunakan jalan tol. Di Indonesia jalan tol juga dikenal sebagai jalan bebas hambatan.

2.4.1 Ramp

Jalan ramp adalah jalur yang memungkinkan kendaraan memasuki atau keluar dari jalan tol. Ramp dibuat untuk memastikan arus lalu lintas aman dan lancar saat kendaraan berpindah dari jalan biasa ke jalan tol atau sebaliknya. Berikut adalah beberapa jenis ramp:

a. On Ramp

On-ramp adalah jalur yang digunakan untuk memasuki jalan tol. Biasanya, on-ramp memiliki jalur percepatan yang memungkinkan kendaraan untuk mencapai kecepatan jalan tol sebelum bergabung dengan arus lalu lintas utama.

b. Off Ramp

Off-ramp adalah jalur yang digunakan untuk keluar dari jalan tol. Off-ramp biasanya memiliki jalur perlambatan yang memungkinkan kendaraan untuk

mengurangi kecepatan secara bertahap sebelum bergabung dengan jalan biasa atau jalan lainnya.

2.4.2 Elevated

Elevated toll road adalah jalan tol yang dibangun di atas permukaan tanah atau di atas jalan lainnya, biasanya dengan menggunakan struktur jembatan atau slab on pile. Jalan tol layang dirancang untuk memenuhi berbagai tantangan lalu lintas dan geografis di daerah perkotaan atau padat penduduk.

2.4.3 At Grade

Jalan tol at grade adalah jalan tol yang dibangun pada tingkat permukaan tanah, ini berbeda dengan jalan tol layang atau terowongan, yang dibangun di atas permukaan tanah atau di bawah tanah. Material yang digunakan untuk jalan tol at grade berupa tanah dengan spesifikasi $\text{CBR} \geq 6\%$ dan bisa juga dengan menggunakan beton busa (mortar foam).

2.5 Tanah Timbunan

Timbunan adalah suatu cara atau metode beserta materialnya yang digunakan dalam pekerjaan tanah yang bertujuan untuk menyetarakan atau levelling suatu elevasi tanah (Gambar 2.2). Timbunan dibagi menjadi dua jenis yaitu timbunan biasa dan timbunan pilihan. Perbedaan dari kedua timbunan tersebut adalah jenis material timbunannya.



Gambar 2. 2 Tanah Timbunan
sumber : dokumentasi penulis

2.6 Pondasi

Pondasi merupakan tahap awal dalam membangun sebuah bangunan. Pondasi

berasal dari kata foundation, dalam bahasa keseharian masyarakat Indonesia pada umumnya menggunakan kata fondasi atau lebih sering disebut pondasi. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2008:414) yang menyatakan bahwa pondasi merupakan dasar bangunan yang kuat dan biasanya terletak dibawah permukaan tanah tempat bangunan didirikan. Menurut Hardiyatmo, H.C. (2002:79), pondasi adalah komponen struktur terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya.

Secara umum pondasi dibagi menjadi dua klasifikasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal diartikan sebagai pondasi yang hanya mampu menerima beban relatif kecil dan secara langsung menerima beban bangunan. Pondasi dalam diartikan sebagai pondasi yang mampu menerima beban beban bangunan yang besar dan meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang sangat dalam.

2.6.1 Pondasi Dangkal

a. Pondasi Telapak

Pondasi telapak digunakan sebagai tumpuan kolom yang berdiri sendiri. Pondasi ini terbuat dari beton bertulang yang dibentuk menyerupai 5 papan atau telapak dan memiliki ketebalan tertentu. Untuk bangunan bertingkat, pondasi telapak cocok untuk diterapkan. Gambar pondasi telapak dapat dilihat pada gambar 2.3b.

b. Pondasi Memanjang

Pondasi memanjang atau lebih dikenal dengan pondasi batu kali digunakan untuk menopang sederetan kolom-kolom yang jaraknya berdekatan atau digunakan untuk menopang dinding memanjang. Bahan untuk pondasi ini bisa digunakan batu pecah atau batu kali atau pasangan bata dan cor beton tanpa tulangan. Gambar pondasi memanjang dapat dilihat pada gambar 2.3a.

c. Pondasi Rakit

Pondasi rakit digunakan apabila suatu bangunan terletak pada tanah lunak atau pada tanah yang dirasa mempunyai daya dukung tanah rendah. Pondasi ini juga biasa digunakan pada bangunan yang memiliki basement.

Gambar rakit telapak dapat dilihat pada gambar 2.3c

2.6.2 Pondasi Dalam

a. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran atau kaison diartikan sebagai pondasi yang tersusun atas pipa beton yang ditanam dalam tanah membentuk sumur kemudian dicor di tempat menggunakan bahan batu belah dan beton sebagai isinya. Pondasi ini dapat diterapkan pada lahan-lahan konstruksi yang kedalaman lapisan tanah kerasnya berkisar 3-5 meter. Peck, dkk (1953) dalam Hardiyatmo, H.C. (2002:80) memberi perbedaan antara pondasi sumuran dengan pondasi dangkal menurut nilai kedalaman (D_f) dibagi lebarnya (B). Untuk pondasi sumuran $D_f/B \geq 4$, dan untuk pondasi dangkal $D_f/B \leq 1$. Gambar sumuran telapak dapat dilihat pada gambar 2.3d

b. Pondasi Tiang

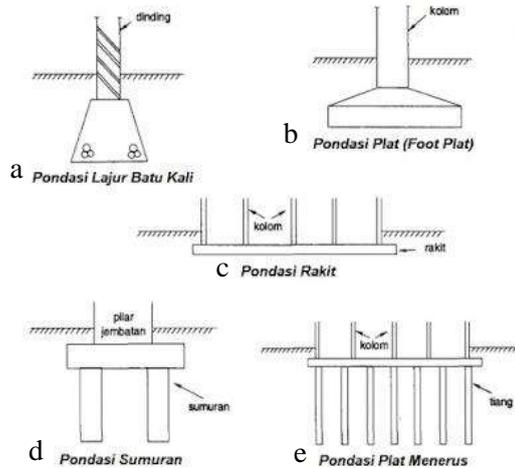
Pondasi tiang digunakan untuk menopang bangunan jika permukaan tanah keras terletak sangat dalam. Pondasi tiang cocok diterapkan pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban horisontal, dapat juga mendukung bangunan dalam menahan gaya uplift. Gambar 2.3e menunjukkan panjang maksimum dan beban maksimum untuk jenis-jenis pondasi tiang yang umum diterapkan di lapangan. Dalam mendesain pondasi tiang untuk suatu konstruksi mutlak diperlukan:

- 1) Data tentang tanah dasar. Dalam hal ini perlu melakukan pengujian Sondir dan Boring untuk mendapatkan data tanah.
- 2) Analisa gesekan negatif kulit tiang (negative skin friction), karena termasuk beban tambahan.

Ada beberapa maksud digunakannya pondasi tiang, antara lain:

- 1) Untuk memindahkan beban bangunan yang terletak di atas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat.
- 2) Untuk memindahkan beban ke tanah yang labil sampai kedalaman tertentu sehingga pondasi mampu mendukung dengan cukup beban tersebut oleh gesekan kulit tiang dengan tanah di sekelilingnya.
- 3) Untuk mengangkerkan suatu konstruksi yang disebabkan oleh gaya

uplift akibat pressure hidrostatis atau momen penggulingan.



Gambar 2. 3 Macam-macam bentuk pondasi. (a) pondasi memanjang. (b) pondasi telapak. (c) pondasi rakit. (d) pondasi sumuran. (e) pondasi tiang.

Sumber : Hardiyatmo, H.C. 2002:80)

Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan pondasi tipe tiang pancang dalam kasus studinya. Pondasi tiang pancang (spun pile) digunakan untuk bahan value engineering menggantikan pondasi jalan berupa timbunan tanah.

2.7 Spun Pile

Spun pile adalah jenis tiang pancang beton pratekan yang digunakan dalam konstruksi fondasi untuk menahan beban berat dari struktur di atasnya (Gambar 2.4). Dibuat dengan metode pengecoran beton dalam cetakan silinder, yang kemudian diputar dengan kecepatan tinggi untuk memadatkan beton, menghilangkan udara dan kelebihan air, proses ini menghasilkan tiang pancang yang kuat dan tahan lama.



Gambar 2. 4 Spun File
sumber : PT Klaton Jaya Mandiri

2.8 Alat Berat

Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, ukuran maupun jumlahnya. Ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya proyek. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar. (Rostiyanti., 2008).

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat, antara lain :

- a. Kondisi medan atau karakteristik lahan pada proyek
- b. Jenis pekerjaan
- c. Metode pelaksanaan pekerjaan
- d. Kapasitas pekerjaan yang dibutuhkan.

2.8.1 Sumber Alat Berat

Alat-alat berat yang dipakai dalam proyek konstruksi dapat berasal dari bermacam-macam sumber, antara lain alat berat yang dibeli oleh kontraktor, alat berat yang disewa-beli, dan alat berat yang disewa.

- a. Alat berat yang dibeli oleh kontraktor

Merupakan alat berat yang dibeli langsung oleh perusahaan konstruksi sebagai aset perusahaan dan kontraktor tersebut mendapat keuntungan dari pemakaian alat berat tersebut dengan biaya per jam yang sangat kecil jika alat tersebut dipergunakan secara optimal.

- b. Alat berat yang disewa-beli (*leasing*) oleh kontraktor

Merupakan alat berat yang dipakai dengan membayara pada perusahaan sewa-beli (*leasing*) dalam jangka waktu yang lama dan diakhir masa sewa beli tersebut alat menjadi milik pihak penyewa (kontraktor). Biaya pemakaian umumnya lebih tinggi daripada memiliki alat tersebut, namun terhindar dari risiko investasi alat yang besar di awal.

c. Alat berat yang disewa oleh kontraktor

Merupakan alat berat yang disewa pada umumnya dalam jangka waktu yang tidak lama. Biaya pemakaian alat berat sewa adalah yang tertinggi, akan tetapi tidak akan berlangsung lama karena penyewaan dilakukan pada waktu yang singkat. Pada metode ini perusahaan konstruksi terbebas dari biaya investasi yang cukup besar.

2.8.2 Jenis-Jenis Alat Berat yang Digunakan

Peralatan berat yang digunakan dalam pelaksanaan pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 6 antara lain adalah sebagai berikut;

a. Batching Plant

Batching plant merupakan istilah lain untuk tempat fabrikasi atau produksi beton *ready mix* atau tempat proses pengadukan dan pencampuran material dasar beton dilaksanakan. (Gambar 2.5)



*Gambar 2. 5 Batching Plant
(Sumber : Dokumentasi penulis)*

Batching plant mempunyai dua jenis yaitu;

1) Dry mix plants

Jenis batching plant yang dikenal dengan sebutan campuran kering yaitu batching plant yang hanya mencampur pasir, batu split, semen bersama tanpa penambahan air. Kemudian air akan ditimbang atau diukur secara volumetric lalu disalurkan melalui jaringan pengisian yang sama ke dalam

truck mixer.

2) Wet mix plants

Jenis batching plant yang dikenal dengan sebutan campuran basah. Proses pembuatan beton ready mix yang dilakukan dengan cara mencampurkan semua bahan pembuatan beton termasuk air pada mixer beton.

Jadi perbedaan utama antara *dry* dan *wet mix plants* adalah pada sistem pengadukannya saja. *Wet mix* akan diaduk menggunakan *pan mixer* hingga selesai ditempat lalu diantar, sedangkan jenis *dry mix* diaduk menggunakan *truck mixer* sambil diantar menuju lokasi proyek.

Adapun bagian-bagian pada *batching plant* secara umum adalah sebagai berikut:

- 1) *Cabin batcher*, adalah ruang operator *batching plant (batcher)* untuk *me-setting job mix* atau kebutuhan material beton sesuai mutu rencana beton yang akan diproduksi;
- 2) *Cement silo*, berguna *sebagai* media penyimpanan semen sehingga kualitas semen dapat terjaga;
- 3) *Belt conveyor*, berguna sebagai *alat* untuk menarik bahan / material (agregat halus dan agregat kasar) menuju *storage bin* dari area *top bin*;
- 4) *Bin*, berguna sebagai tempat penimbunan *bahan / material* (agregat halus dan agregat kasar) yang berasal dari penumpukan material di *stock pile* dengan bantuan *wheel loader* untuk ditarik ke atas (*storage bin*);
- 5) *Storage bin*, berguna sebagai sekat *pembatas* agregat dibagi menjadi 4 fraksi, yaitu : *fly ash, split* (agregat kasar), *screening* (butir menengah), dan pasir (agregat halus);
- 6) Timbangan, dibagi menjadi 3 jenis, yaitu: khusus menimbang agregat, menimbang *fly ash* dan semen, dan untuk menimbang air;
- 7) *Pump*, berguna sebagai alat untuk *penambahan admixture* atau obat beton;
- 8) Tanki air, berguna untuk *supply keperluan* air pada beton *ready mix*;
- 9) *Vibrator*, berguna untuk mengeluarkan material yang ada di dalam timbangan dengan melakukan getaran;
- 10) *Filter*, adalah alat yang berguna untuk *menyaring* udara pada *fly ash* dan semen. Pada proses memasukan *fly ash* dan semen menggunakan bantuan tekanan udara, *filter* disini berfungsi untuk mengurangi tekanan didalam.

Filter ini umumnya berbahan kain yang memiliki pori-pori untuk udara agar bisa masuk dan keluar;

- 11) *Compressor*, adalah alat yang berguna untuk men-supply tekanan udara dan saat dialirkan pada *belt conveyor* membuat katup pada *storage bin* dapat secara otomatis tertutup dan terbuka;
- 12) Mesin motor, adalah alat yang berguna untuk mendorong material dan bahan hingga mampu dialirkan sampai ke *truck mixer*.

Dan berikut adalah tahapan operasi *batching plant* dalam pembuatan beton *ready mix* :

- 1) *Setting job mix* sesuai mutu rencana beton yang akan diproduksi oleh *batcher* melalui *computer* didalam *cabin batcher*, kemudian *wheel loader* melakukan *loading* material dari *stock pile* dan memasukan ke dalam *bin* material;
- 2) Setelah material berada di dalam *bin*, *belt conveyor* membawa material menuju timbangan;
- 3) Selanjutnya, proses *mixing* atau pengadukan material yang sudah ditimbang;
- 4) Material yang sudah di *mixing* masuk kedalam *truck mixer* untuk diantar menuju lokasi proyek.

a) Perhitungan produksi *batching plant*

Kapasitas produksi *batching plant* dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts}; m^3$$

Keterangan:

V = Kapasitas produksi; liter,

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.2)

T1 = Lama waktu mengisi; menit,

T2 = Lama waktu mengaduk; menit,

T3 = Lama waktu menuang; menit,

T4 = Lama waktu menunggu dll; menit,

Ts = Waktu siklus pencampuran, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$; menit,

60 = Konversi jam ke menit,

1000 = Perkalian dari satuan km ke meter.

Faktor efisiensi kerja alat berat (Fa):

Tabel 2. 1 Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa)

Kondisi Alat	Faktor Efisiensi
Baik	0.83
Sedang	0.75
Agak kurang	0.67
Kurang	0.58

Sumber : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

b. Wheel Loader

Wheel loader adalah alat pemuat beroda ban karet yang digunakan pada landasan kerja relative rata, kering dan kokoh (Gambar 2.6). Wheel loader berfungsi sebagai alat untuk memuat, memindahkan, mengumpulkan dan mengisi material tanah atau material agregat ke dalam *storage*. Dalam pengoperasian *loader*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Hal yang berkaitan dengan pengisian *bucket loader* dan pembongkaran muatan *loader* penting untuk diketahui agar alat bekerja dengan lebih efisien dalam suatu kondisi tertentu. Pengisian *bucket* oleh *loader* pertama-tama dilakukan dengan cara ujung *bucket* menyentuh permukaan tanah. Kemudian *loader* maju secara perlahan sampai material masuk dan *bucket* bergerak turun. Saat material masuk angkat *bucket* agar material tidak keluar.



Gambar 2. 6 Wheel Loader
(Sumber : Dokumentasi penulis)

Adapun beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam produktivitas *loader* adalah sebagai berikut:

- 1) Kondisi material,
- 2) Tipe bucket dan kapasitasnya,
- 3) Area untuk pergerakan loader,
- 4) Waktu siklus loader,
- 5) Waktu efisien loader.

a) Perhitungan produksi wheel loader

Kapasitas produksi *wheel loader* dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times Fb \times 60}{T_s}; \text{ m}^3$$

Keterangan:

V = Kapasitas bucket; m³,

Fb = Faktor bucket, (Tabel 2.2)

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.1)

Ts = Waktu siklus (memuat dan lain-lain); menit.

Faktor *bucket* untuk *Wheel Loader* :

Tabel 2. 2 Faktor *bucket* (*bucket fill factor, Fb*) untuk *wheel loader*

Kondisi Penumpahan	Wheel Loader
Mudah	1.0 - 1.1
Sedang	0.85 - 0.95
Agak sulit	0.80 - 0.85
Sulit	0.75 - 0.80

Sumber : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

c. Truck Mixer

Truck mixer adalah alat berat yang berfungsi untuk mengangkut dan mengaduk beton *ready mix* dari batching plant sampai ke tempat pengecoran (Gambar 2.7). Metode kerja truck mixer adalah pertama dengan memasukkan agregat, semen dan bahan *aditif* yang telah tercampur dari batching plant ke dalam drum yang terletak diatas truck. Air ditambahkan pada saat pengadukan akan dimulai.



*Gambar 2. 7 Truck mixer
(Sumber : Dokumentasi penulis)*

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengangkutan beton, yang pertama adalah segregasi. Segregasi dapat terjadi pada saat pengangkutan beton plastis, untuk menghindari segregasi maka tinggi jatuh beton pada saat dikeluarkan dari atau dimasukkan ke dalam drum *mixer* harus lebih kecil dari 1.5 m, kecuali jika menggunakan pipa. Faktor lainnya yaitu jarak tempuh pengangkutan.

a) Perhitungan produksi truck mixer

Kapasitas produksi truck mixer dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times F_b \times 60}{T_s}; \text{ m}^3$$

Keterangan:

V = Kapasitas drum; m³,

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.1)

v1 = Kecepatan rata-rata isi; km/jam,

v2 = Kecepatan rata-rata kosong; km/jam,

T1 = Lama waktu mengisi = (V:Q) x 60; menit,

T2 = Lama waktu mengangkut = (L: v1) x 60; menit,

T3 = Lama waktu kembali = (L: v2) x 60; menit,

T4 = Lama waktu menumpahkan dll; menit,

T_s = Waktu siklus pencampuran, T_s = ∑_{n=1}ⁿ T_n; menit

60 = konversi jam ke menit

d. Truck Trailer

Truck trailer lossbak merupakan jenis truck yang memiliki daya angkut sangat kuat, dengan kapasitas beban angkut dari 20 ton hingga 60 ton. Truck jenis ini tidak memiliki dump atau bak, oleh karena itu beban yang akan diangkut

diletakan dibagian *deck* truck bagian belakang tersebut, agar beban yang akan diangkut tidak terguling, maka harus di ikat menggunakan sling yng dikaitkan pada bagian *deck* truck tersebut. (Gambar 2.8)



Gambar 2. 8 Truck trailer lossbak
(Sumber : PT Klaton Jaya Mandiri)

a) Perhitungan produksi truck trailer lossbak

Kapasitas produksi truck trailer lossbak dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times Fb \times 60}{T_s}; \text{ m}^3$$

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi; m³/jam,

V = Kapasitas muat; ton

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.1)

v1 = Kecepatan rata-rata bermuatan; km/jam,

v2 = Kecepatan rata-rata kosong; km/jam,

T1 = Waktu muat; menit,

T2 = Waktu tempuh isi = (L: v1) x 60; menit,

T3 = Waktu tempuh kosong = (L: v2) x 60; menit,

T4 = Waktu bongkar; menit,

T_s = Waktu siklus pencampuran, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$; menit

60 = Konversi jam ke menit.

e. Dump Truck

Dump truck merupakan alat berat yang digunakan untuk mengangkut material-material. Dump truck dilengkapi dengan bak terbuka yang dioperasikan dengan bantuan hidrolis, sehingga memungkinkan material yang diangkut bisa turun ke tempat yang diinginkan. (Gambar 2.9)



*Gambar 2. 9 Dump truck
(Sumber : Dokumentasi penulis)*

Produktivitas *dump truck* tergantung dari waktu siklus. Waktu siklus *truck* terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran, waktu perjalanan kembali dan waktu antre. Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu-waktu tersebut adalah:

- 1) Waktu muat, tergantung pada:
 - a) Ukuran dan jenis alat pemuat,
 - b) Jenis dan kondisi material yang dimuat,
 - c) Kapasitas alat angkut,
 - d) Kemampuan operator alat pemuat dan alat angkut.
- 2) Waktu berangkat atau pengangkutan, tergantung pada:
 - a) Jarak tempuh alat angkut,
 - b) Kondisi jalan yang dilalui (kelandaian, *rolling resistance*).
- 3) Waktu pembongkaran pemuatan, tergantung pada:
 - a) Jenis dan kondisi material,
 - b) Cara pembongkaran material,
 - c) Jenis alat pengangkutan.
- 4) Waktu kembali juga dipengaruhi hal-hal yang sama seperti waktu pengangkutan.
- 5) Waktu antre, tergantung pada
 - a) Jenis alat pemuat,
 - b) Posisi alat pemuat,
 - c) Kemampuan alat pengangkut untuk berputar.

a) Perhitungan produksi *dump truck*

Kapasitas produksi *dump truck* dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times F_b \times 60}{T_s}; \text{ m}^3$$

Keterangan:

V = Kapasitas bak; ton,

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.1)

D = Berat isi material; ton / m³,

v1 = Kecepatan rata-rata bermuatan; km/jam,

v2 = Kecepatan rata-rata kosong; km/jam,

T1 = Lama waktu memuat; menit,

T2 = Lama waktu tempuh isi = (L / v1) x 60; menit,

T3 = Lama waktu tempuh kosong = (L / v2) x 60; menit,

T4 = Lama waktu lain-lain; menit,

T_s = Waktu siklus pencampuran, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$; menit

60 = Konversi jam ke menit.

f. Excavator

Excavator merupakan alat berat untuk menggali, mengangkat dan memuat material tanpa terlalu banyak berpindah tempat. (Gambar 2.10)



Gambar 2. 10 Excavator
(Sumber : Dokumentasi penulis)

Bagian pokok dari excavator adalah sebagai berikut (Sulistiono, 1996):

- 1) *Traver unit*, merupakan bagian untuk berpindah (roda ban atau roda rantai).
- 2) *Revolving unit*, merupakan bagian yang berputar dan pusat semua gerakan. Bagian-bagian penting dari *revolving unit* adalah *cabin*, *control levers* dan *operator seat*.

- 3) *Attachment*, merupakan peralatan tambahan yang terpasang pada excavator. Jenis-jenis *attachment* yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:
- Shelves*
 - Dragline*
 - Backhoe*
 - Chamsell*

Adapun beberapa faktor koreksi yang dapat mempengaruhi produktivitas excavator yaitu:

- Kondisi pekerjaan
 - Keadaan jenis tanah
 - Tipe pembuangan
 - Kemampuan operator
- Faktor mesin
 - Attachment* yang cocok untuk pekerjaan
 - Kapasitas bucket
 - Waktu dan siklus yang dipengaruhi kecepatan *travel* dan sistem hidrolis
- Faktor *swing* dan kedalaman galian
 Dalam pengoperasian, makin dalam pemotongan yang diukur dari permukaan tempat excavator beroperasi, makin sulit pula untuk mengisi *bucket* secara optimal dengan sekali gerakan. Dengan demikian untuk memperoleh pengisian *bucket* secara optimal diperlukan beberapa kali gerakan yang akan menambah waktu siklus.
- Faktor pengisian material
 - Perhitungan produksi *excavator*

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times Fb \times 60}{T_s}; \text{ m}^3$$

Keterangan:

V = Kapasitas bucket; m³,

Fb = Faktor bucket

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.1)

Fv = Faktor konversi (kedalaman < 40 % ,

T1 = Lama waktu menggali, memuat, dll; menit,

T2 = Waktu lain-lain; menit,

T_s = Waktu siklus pencampuran, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$; menit

60 = Konversi jam ke menit.

g. Crane Hammer

Diesel hammer merupakan salah satu jenis alat pemukul atau pemancang tiang (*pile driver*) ke dalam tanah dalam (Gambar 2.11). Tiang yang dipancang tentu saja bukan tiang biasa, melainkan tiang pancang yang kuat seperti paku bumi. Penggunaan alat berat ini sering dijumpai pada proyek-proyek besar seperti gedung bertingkat, dermaga, jembatan, tower, jalan layang, dan lainnya yang berhubungan dengan tanah. Proyek-proyek tersebut membutuhkan pondasi yang kuat, seperti beton, baja, dan komposit.



Gambar 2. 11 Crane Hammer
(Sumber : Dokumentasi penulis)

a) Perhitungan produksi *crane*

Kapasitas produksi *crane* dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{60 \times q \times Fa}{T_s} ; m^3$$

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi; m³/jam,

V = Kapasitas muat; ton

Fa = Faktor efisiensi alat, (Tabel 2.1)

Ts = Waktu siklus (waktu muat+waktu angkat+waktu pukul+waktu kembali); menit

h. Vibro Roller

Vibro roller adalah alat berat atau heavy equipment yang termasuk dalam golongan alat berat compactor atau pemadat. Sesuai dengan golongannya, fungsi

utama alat berat vibro roller digunakan untuk memadatkan tanah, pasir, dan kerikil. Alat ini bekerja dengan menghasilkan getaran yang membantu menghilangkan rongga udara dan meningkatkan kepadatan material. (Gambar 2.12)



Gambar 2. 12 Vibro Roler
(Dokumentasi PT.Trek)

i. Concrete Slipform Paver

Alat berat concrete paver berfungsi sebagai alat untuk menyebarkan beton plastis dalam pekerjaan perkerasan kaku dan kemudian menggetarkannya (Rostiyanti, 2014) (Gambar 2.13)



Gambar 2. 13 Concrete Slipform Paver
(Dokumentasi PT.Truck1.id)

Produktivitas merupakan perbandingan antara hasil yang di capai dengan seluruh sumber daya yang digunakan. Produktivitas alat berat tergantung pada kapasitas, waktu siklus alat, efektivitas alat. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas alat berat yaitu waktu siklus, material dan efisiensi alat (Susy F.R, 2014).

Menghitung produktivitas dari alat concrete paver menurut permen PUPR, 2016:56 sebagai berikut :

Kapasitas Produksi : $Q = b \times t \times Fa \times v \times 60$ (Persamaan 1)

Waktu siklus : $T = V / Q$ (Persamaan 2)

Keterangan :

b = Lebar hamparan (m)

t = Tebal hamparan (m)

v = Kecepatan menghampar

Fa = Faktor efisiensi alat (0,83 merupakan kondisi baik)

V = Volume rigid pavement (m^3)

Q = Kapasitas produksi (m^3/jam)

T = Waktu siklus (jam)

2.9 Penjadwalan

Penjadwalan dalam proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, yang mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya ekonomis (Irika&Lenggogeni, 2013).

Dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini, penjadwalan pada proyek konstruksi menggunakan program software computer Microsoft Project. Dimana Microsoft Project merupakan suatu program software computer yang membantu penyusunan perencanaan dan pemantauan jadwal kegiatan suatu proyek.

Pada program Microsoft Project ini menggunakan metode bar chart atau diagram batang yang mula-mula diperkenalkan oleh Hendri Lawrence Gantt pada tahun 1917. Bar chart tersebut merupakan grafik batang horizontal yang menggambarkan rangkaian atau alur suatu kegiatan pekerjaan suatu proyek. Melalui bar chart tersebut dapat dilakukan pemantauan atas kegiatan proyek.

Selain program software computer Microsoft Project, adapun penjadwalan pada proyek konstruksi dilakukan dengan metode kurvas S untuk memudahkan mengetahui apakah proyek berjalan dengan lancar atau banyak hambatan.

2.9.1 Microsoft Project

Langkah awal ketika menggunakan *Microsoft Project* adalah memasukkan rangkaian atau item-item pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan hingga selesainya pekerjaan dalam proyek tersebut, langkah selanjutnya yaitu menentukan durasi setiap item pekerjaan berdasarkan analisis perhitungan kapasitas produksi setiap item pekerjaannya. Berikut adalah beberapa informasi waktu proyek yang akan dimasukkan kedalam *Microsoft Project*:

a. *Calendar*

Merupakan penetapan basis *calendar* yang digunakan dalam penjadwalan proyek. Ada tiga pilihan yaitu; *standard*, *night shift* atau *24 hour*. *Calendar* proyek tersebut akan menghitung waktu kerja, durasi pekerjaan, *lead time* dan *lag time* pada pekerjaan.

b. *Start date*

Merupakan penetapan tanggal dimulainya proyek, secara otomatis program akan menetapkan hari setelah memasukkan data waktu atau durasi pekerjaan. Tanggal tersebut dapat diatur dengan mengisi bulan, tanggal dan tahun sesuai dengan dilaksanakannya pekerjaan.

c. *Finish date*

Merupakan penetapan tanggal berakhirnya proyek, dengan memasukkan waktu berakhirnya proyek secara otomatis program akan menghitung tanggal dimulainya proyek sesuai dengan durasi atau lamanya pekerjaan tersebut.

d. Fase penjadwalan

Merupakan penetapan hubungan antar item pekerjaan pada suatu proyek. Setelah hubungan antar item pekerjaan ditetapkan, maka gambaran jadwal pada proyek secara keseluruhan akan nampak. Sehingga dapat dilihat jadwal proyek yang dihasilkan berada dalam rentang waktu yang ditetapkan atau tidak, kemudian dapat dilihat pula bagian-bagian item pekerjaan mana yang berada pada lintasan kritis.

Secara umum ada empat hubungan antar item pekerjaan, antara lain; *Finish to Start* (FS), *Finish to Finish* (FF), *Start to Start* (SS), *Start to Start* (SS). Untuk menentukan hubungan antar item pekerjaan harus ditentukan terlebih dahulu mana *predecessor* dan *successor*. *Predecessor* adalah suatu item pekerjaan yang harus

dimulai/diakhiri sebelum pekerjaan yang lain dimulai/diakhiri, sehingga *predecessor* adalah prasyarat yang dalam hal ini suatu pekerjaan yang harus diselesaikan sebelum pekerjaan tertentu dilakukan. Sedangkan *successor* adalah kebalikan dari *predecessor* yaitu pekerjaan yang dapat dimulai/diakhiri sebelum suatu pekerjaan tertentu dimulai/diakhiri.

a. *Finish to Start* (FS)

Merupakan hubungan antara dua item pekerjaan yang mana bila item pekerjaan pertama selesai, maka pada saat itu juga item pekerjaan kedua dapat dimulai. (Gambar 2.14)



Gambar 2. 14 Hubungan FS
(Sumber : Ms.Project)

b. *Finish to Finish* (FF)

Merupakan hubungan antara dua item pekerjaan yang mana kedua item pekerjaan tersebut selesai pada waktu yang bersamaan. (Gambar 2.15)



Gambar 2. 15 Hubungan FF
(Sumber : Ms.Project)

c. *Start to Start* (SS)

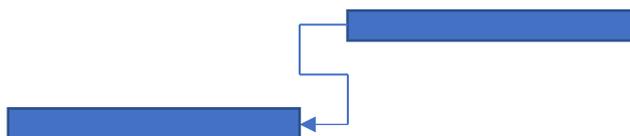
Merupakan hubungan antara dua item pekerjaan yang mana kedua item pekerjaan tersebut dimulai pada waktu yang bersamaan. (Gambar 2.16)



Gambar 2. 16 Hubungan SS
(Sumber : Ms.Project)

d. *Start to Finish* (SF)

Merupakan hubungan antara dua item pekerjaan yang mana pekerjaan pertama boleh selesai apabila pekerjaan kedua dimulai. (Gambar 2.17)



Gambar 2. 17 Hubungan SF

(Sumber : Ms.Project)

Selain keempat hubungan diatas terdapat hubungan lain yang sifatnya turunan. Hubungan tersebut dicirikan dengan adanya penekanan waktu (*Lag time*) atau penguluran waktu (Gambar 2.18). Berikut adalah gambaran hubungan FS dengan *Lag time*:



Gambar 2. 18 Hubungan FS + 3

(Sumber : Ms.Project)

Maksud gambar diatas adalah hubungan antara kedua item pekerjaan adalah *finish to start* dengan penguluran waktu 3 hari atau pekerjaan selanjutnya dapat dimulai setelah 3 hari selesainya pekerjaan pertama. (Gambar 2.19)

Sedangkan gambaran hubungan FS dengan *Lead time* adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 19 Hubungan FS – 3

(Sumber : Ms.Project)

Adapun maksud dari gambar diatas adalah hubungan antara kedua item pekerjaan adalah *finish to start* dengan penekanan waktu 3 hari atau pekerjaan kedua dapat dimulai setelah pekerjaan pertama berjalan 3 hari.

2.10 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk kebutuhan material, biaya peralatan yang digunakan dan upah tenaga kerja yang dibutuhkan, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek tersebut. Didalam penyusunan / pembuatan RAB memerlukan sejumlah data-data yang diperlukan, data-data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Gambar kerja detail (*DED*)
- b. Peraturan dan syarat-syarat
- c. Analisa harga satuan pekerjaan berdasarkan peraturan pemerintah daerah atau peraturan kementerian terkait
- d. Peraturan / spesifikasi bahan yang dibutuhkan
- e. Daftar harga satuan dasar yang digunakan di daerah tersebut
- f. Daftar volume tiap pekerjaan



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan tahapan informasi, analisa fungsi, kreativitas, evaluasi, penhembangan, dan presentasi pada area MAINROAD STA 2+850 s/d 3+000. Berikut adalah diagram alir (*flowchart*) metodologi. (Gambar 3.1)



Gambar 3. 1 *Flowchart* metodologi penelitian
(Sumber : Analisa Penulis)

3.1.1 Tahap Informasi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi mengenai desain perencanaan Jalan Tol Yogyakarta Bawen. Informasi yang dicari adalah gambar rencana, rencana anggaran biaya, daftar harga material dan lain-lain, kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi item pekerjaan yang berpotensi memiliki biaya tinggi yang tidak diperlukan.

3.1.2 Tahap Analisa Fungsi

Tahap analisa fungsi bertujuan untuk mengklasifikasikan fungsi utama (basic function), fungsi penunjangnya (secondary function), serta untuk mendapatkan perbandingan antara biaya (cost) dengan nilai manfaat (worth) yang dibutuhkan untuk menghasilkan fungsi tersebut.

3.1.3 Tahap Kreativitas

Pada tahap kreativitas ini akan dilakukan re-design terhadap struktur pondasi jalan tol dari timbunan, akan menjadi slab on pile untuk menemukan kelebihan dan kekurangan masing masing design. Pembuatan re-design direncanakan berdasarkan dari hasil survey di lapangan dan hasil diskusi dengan beberapa orang yang berpengalaman pada bidangnya.

3.1.4 Tahap Evaluasi

Pada tahap evaluasi akan dilakukan proses analisa keuntungan dan kerugian untuk mengetahui alternatif pekerjaan yang memiliki nilai potensi terbesar. Dimana indicator jika berhasil melakukan value engineering adalah rencana anggaran biaya untuk design baru lebih rendah dibandingkan dengan design awal. Perencanaan rencana anggaran sendiri sama sama menggunakan perwal Semarang No. 40 tahun 2023.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Kegiatan Penelitian

Waktu kegiatan penelitian dan penyusunan tugas akhir dilakukan pada bulan Maret hingga bulan Agustus tahun 2024 terdiri dari waktu persiapan yang berupa kegiatan studi literatur dan pengumpulan data yang ada pada lokasi penelitian, kemudian waktu pelaksanaan yang berupa kegiatan analisa pekerjaan, perhitungan volume pekerjaan, analisis perhitungan produktivitas alat, perhitungan biaya operasi alat, analisa kebutuhan bahan dan tenaga, perhitungan lamanya durasi pekerjaan, pembuatan penjadwalan menggunakan *software computer Microsoft Project*, perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan penggunaan alat berat dan upah tenaga kerja yang dibutuhkan serta waktu penyusunan laporan tugas akhir.

3.2.2 Lokasi Penelitian

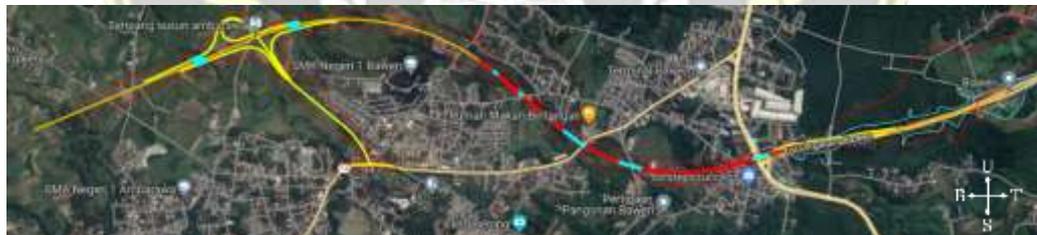
Lokasi penelitian tugas akhir ini berada pada area Mainroad STA 2+850 – 3+000 Proyek Layanan Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta Bawen Paket 1 (Seksi 6) dengan panjang area pada Mainroad \pm 150 m. Proyek Layanan Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta Bawen Paket 1 (Seksi 6)

terletak di Kecamatan Bawen dan Kecamatan Ambarawa, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 3.3) yang berbatasan dengan beberapa wilayah yaitu:

- a. Sebelah Utara : Terminal Bawen, Perkebunan Kopi, dan rumah Penduduk (Gambar 3.4)
- b. Sebelah Timur : Jalan Tol Ungaran-Bawen (Gambar 3.4)
- c. Sebelah Barat : Jalan ke Desa Baran Ambarawa, SMAN 1 Ambarawa dan Rumah Penduduk (Gambar 3.4)
- d. Sebelah Selatan : Perkebunan Kopi PTPN dan Rumah Penduduk (Gambar 3.4)

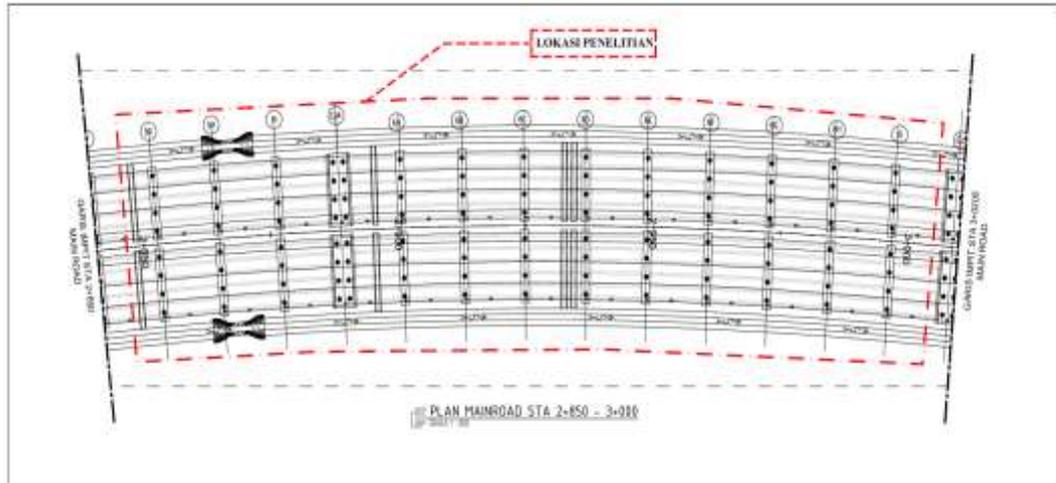


Gambar 3. 2 Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang
(Sumber : Google earth)



Gambar 3. 3 Plan Proyek Tol Jogja Bawen Seksi 6
(Sumber : Google earth dan data proyek)

Legenda	Keterangan
	Alignment Interchange
	Alignment Compon
	Alignment Circle
	Right Of Way



Gambar 3. 4 *Site plan* Lokasi Penelitian
(Sumber : Data Proyek)

Pemilihan area pada Proyek Layanan Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta Bawen Paket 1 (Seksi 6) pada STA Mainroad 2+850 s/d 3+000 dengan panjang area ± 150 meter (Gambar 3.5) dijadikan lokasi penelitian tugas akhir karena pada area tersebut berpotensi untuk dilakukan Value Engineering dari timbunan tanah menjadi slab on pile. Sehingga dapat mengetahui bagaimana hasil akhir atau *output* dari proyek tersebut yang dijadikan sebagai bahan analisa penulisan tugas akhir.

3.3 Data Umum Proyek

Data umum Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Paket 1 (Seksi 6) sebagai berikut.

Nama Proyek	: Layanan Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta Bawen Paket 1 (Seksi 6)
Lokasi Proyek	: Provinsi Jawa Tengah
Nilai (Termasuk PPN)	: Rp 1.202.437.976.000,00
Jenis Kontrak	: Kontrak Pekerjaan Tunggal, Gabungan (Lumpsum dan Fixed Unit Price)
Nomor Kontrak	: KONTRAK.029/AA-JJB/IV/2022
Cara Pembayaran	: Pembayaran bertahap dengan memperhitungkan bunga berdasarkan kemajuan progress pekerjaan kumulatif minimal 10%, 70%, 100%

Jenis Pekerjaan	: Infrastruktur Jalan Tol
Panjang Pekerjaan	: 4,9 km (At Grade 3,4 km+ Elevated 1,5 km)
Waktu Pelaksanaan	: 730 hari kalender (14 Februari 2023 s.d. 12 Februari 2025)
Waktu Pemeliharaan	: 1095 hari kalender (12 Februari 2025 s.d. 12 Februari 2028)
Masa Konsesi	: 40 tahun
Target Operasi	: Tahun 2025
Penanggung Jawab	: Badan Pengatur Jalan Tol Kementerian PUPR
Pemilik Proyek	: PT Jasamarga Jogja Bawen (JJB)
Pemegang Saham	: PT Jasa Marga (Persero) Tbk. 60,0% PT Adhi Karya (Persero) Tbk. 12,5% PT PP (Persero) Tbk. 12,5% PT Waskita Karya (Persero) Tbk. 12,5% PT Brantas Abipraya (Persero) 2,5%
Konsultan Perencana	: KSO PT Cipta Strada – PT Cipta Sarana Marga Konsultan – PT Planosip Nusantara Engineer Consultant –PT Wiratman
Konsultan VE	: PT Maratama Cipta Mandiri
Konsultan Pengawas	: PT Eskapindo Matra KSO PT Mitrapacific Consulindo International
Konsultan PMI	: PT Cipta Strada
Penyedia Jasa Konstruksi	: PT Adhi Karya KSO PT Jasamarga Toll Road Maintenance (ADHI-JMTM, KSO)

3.4 Data Teknis Proyek

Data teknis Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Paket 1 (Seksi 6) sebagai berikut.

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| a. Kecepatan Rencana | : 80 km/jam |
| b. Parameter Potongan Melintang | : |
| Lebar Lajur Lalu Lintas | : 3,60 m |
| Lebar Bahu Luar | : 3,00 m |

Lebar Bahu Dalam	:	1,50 m
Lebar Median (termasuk bahu dalam)	:	
1) Single Barrier	:	3,80 m
2) Double Barrier	:	5,50 m
Kemiringan Melintang Normal Jalur Lalu Lintas	:	2,00%
Kemiringan Melintang Normal Bahu Luar	:	2,00 %
Tinggi Ruang Bebas Vertikal Minimum	:	5,10 m
Tinggi Ruang Bebas Vertikal Saluran Udara	:	
Tegangan Tinggi / Extra Tinggi PLN	:	
1) SUTT 66 kV	:	8,00 m
2) SUTT 150 kV	:	9,00 m
3) SUTET 500 kV	:	15,00 m
c. Jarak Pandang Henti Minimum	:	110 m
d. Parameter Alinemen Horizontal		
Seperelevasi Maksimum	:	8,00 %
Jari-Jari Tikungan Minimum	:	400 m
Jari-Jari Tikungan Minimum dengan		
Kemiringan Normal	:	3500 m
Panjang Minimum Lengkung	:	140 m
Panjang Lengkung Peralihan Minimum	:	70 m
Jari-Jari Tikungan Minimum tanpa Lengkung		
Peralihan	:	1000 m
Kemiringan Permukaan Relatif Maksimum	:	1/200
e. Parameter Alinemen Vertikal		
Landai Maksimum	:	4,00 %
Panjang Kelandaian Kritis dengan Landai 5%	:	600 m
Panjang Kelandaian Kritis dengan Landai 6%	:	500 m
Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal	:	
1) Cembung	:	4500 m
2) Cekung	:	3000 m
Panjang Minimum Lengkung Vertikal	:	70 m
f. Panjang Main Road	:	4,940 km

Panjang Akses	:	0,931 km
g. Kecepatan Rencana Main Road	:	80 km/jam
Kecepatan Rencana Simpang Susun dan Ramp	:	40-60 km/jam
h. Jumlah dan Lebar Lajur (Tahap Awal)	:	2 x 2 @ 3,6 m
Jumlah dan Lebar Lajur (Tahap Akhir)	:	2 x 2 @ 3,6 m
i. Tipikal Main Road	:	At Grade dan Elevated
j. Tipe Perkerasan	:	Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur
k. Arah Pelebaran	:	Keluar
l. Simpang Susun	:	SS Ambarawa (STA 5+319)
m. Grade Maksimum	:	5,045 %
n. Clear Zone		
Slope 1 : 6 inci bahu luar	:	3 m
Main Road (Lebar)	:	6 m
Akses (Lebar)	:	5 m
o. Jumlah Simpang Susun	:	1 lokasi
p. Jumlah Overpass Simpang Susun	:	1 lokasi
q. Jumlah Box Underpass Simpang Susun	:	1 lokasi
r. Jumlah Jembatan Main Road	:	6 lokasi
s. Jumlah Box Underpass	:	3 lokasi
t. Jumlah Box Culvert	:	19 lokasi
u. Jumlah Frontage	:	4 lokasi
v. Jumlah Gerbang Tol	:	1 lokasi

3.5 Cara Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang akan diteliti, dari data yang sudah dikumpulkan tersebut selanjutnya dilakukan analisa untuk dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir. Adapun data yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini diperoleh dengan cara sebagai berikut:

a. Observasi Lapangan

Suatu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan dengan meninjau langsung kondisi di lapangan.

b. Wawancara

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara bertatap muka langsung dengan sumber informasi.

c. Studi Pustaka

Metode pengumpulan data dengan menggunakan pustaka-pustaka seperti skripsi atau tugas akhir, jurnal, buku-buku penunjang dan sumber internet berupa website yang digunakan sebagai referensi dalam penulisan tugas akhir.



BAB IV

PEMBAHASAN

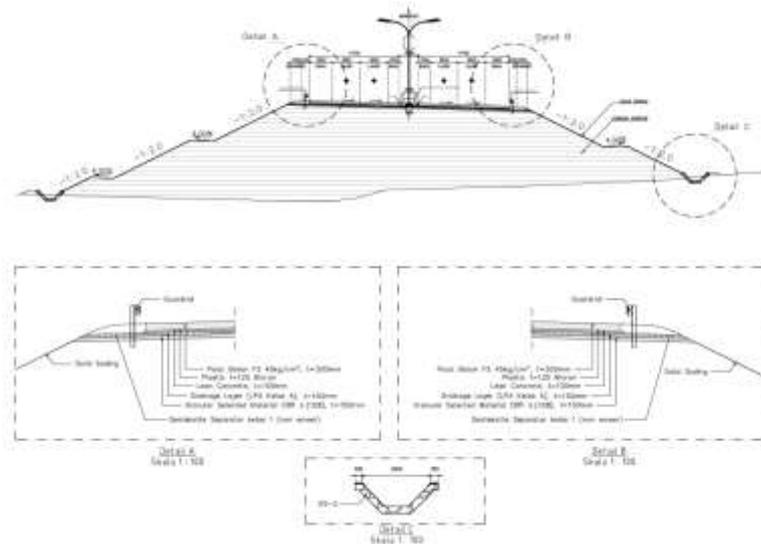
4.1 Tahap Informasi

Tahap informasi adalah tahap dimana informasi-informasi proyek yang akan dilakukan *value engineering* dikumpulkan, antara lain adalah gambar rencana, lingkup pekerjaan, daftar harga material dan AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan). Seperti yang telah dijelaskan di batasan masalah, untuk harga material dan AHSP yang digunakan menggunakan Peraturan Walikota Semarang No 40 Tahun 2023.

4.1.1 Gambar Rencana

Gambar rencana adalah gambar yang dijadikan acuan pekerjaan untuk suatu proyek konstruksi. Gambar rencana memuat detail-detail yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan diantaranya adalah plan, profil, dimensi, spesifikasi material dan lain-lain. Gambar rencana secara umum adalah gambar plan dan profil, gambar struktur, gambar drainase, gambar mechanical electrical dan sebagainya.

Gambar rencana yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah gambar at grade jalan tol atau gambar jalan tol yang menggunakan pondasi berupa tanah timbunan yang memiliki nilai CBR lebih dari sama dengan 6%, saluran drainase menggunakan saluran tipe DS-5 menggunakan pasangan batu serta perkerasan kaku setebal 30 cm menggunakan beton K-350 pada STA 2+850 – 3+000 STA Mainroad Proyek Jalan Tol Jogja Bawen Seksi 6. Berikut adalah contoh gambar tipikal potongan melintang pada STA 2+850 – 3+000 STA Mainroad Proyek Jalan Tol Jogja Bawen Seksi 6.



Gambar 4. 1 Tipikal cross section mainroad sta 2+850 – 3+000
Sumber : data proyek

4.1.2 Lingkup Pekerjaan

Dalam pelaksanaan suatu proyek terdapat lingkup pekerjaan dimana lingkup pekerjaan merupakan tahapan pekerjaan yang mana pembagian pekerjaan tersebut diuraikan menjadi lebih detail untuk dicapai proses pelaksanaan pekerjaan yang efektif dan efisien. Berikut adalah lingkup pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 – 3+000 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 6.

- a. Persiapan
 - 1) Pembersihan tempat kerja
 - 2) Pemotongan pohon dia. > 30 cm
 - 3) Pemotongan pohon dia. > 15-30 cm
- b. Pembongkaran
 - 1) Pembongkaran rumah
- c. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik
 - 1) Common borrow material
 - 2) Selected borrow material
 - 3) Geotekstil separator (kelas 1)
- d. Subgrade
 - 1) Persiapan tanah dasar
- e. Lapis Pondasi Agregat
 - 1) Lapis Pondasi Agregat (LPA) kelas A

- f. Perkerasan
 - 1) Perkerasan Beton Kaku (30cm)
 - 2) Lean Concrete (10cm)
- g. Drainase
 - 1) Pekerjaan pasangan batu DS-5
- h. Pekerjaan Lain-Lain
 - 1) Solid sodding
 - 2) Guardrail
 - 3) End section thrie beam
 - 4) Rambu pengaturan dan peringatan, Tipe A-1
 - 5) Rambu petunjuk Tipe A-3
 - 6) Marka Jalan
 - 7) Delineator Tipe B
 - 8) Concrete barrier
 - 9) Patok KiloMeter
 - 10) Pagar ROW berduri
 - 11) Delineator Tipe C

4.1.3 Daftar Harga Material dan Sewa Alat

Harga material adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli bahan-bahan yang diperlukan dalam suatu proyek konstruksi atau manufaktur. Harga ini dapat bervariasi tergantung pada jenis material, kualitas, jumlah yang dibutuhkan, dan lokasi pembelian. Beberapa faktor yang mempengaruhi harga material meliputi jenis material, kualitas material, jumlah material, lokasi material, dan ketersediaan material. Berikut adalah daftar harga material dan sewa alat yang digunakan dalam lingkup pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 – 3+000 berdasarkan Peraturan Walikota Semarang No 40 Tahun 2023.

Tabel 4. 1 Daftar harga material
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

STANDARISASI HARGA SATUAN BAHAN, UPAH DAN ALAT

NO	BAHAN, UPAH DAN ALAT	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	TKDN
1	2	3	4	5	6
TENAGA					
1	Priortis	L.01	OH	126.000,00	
2	Tukang Batu	L.02	OH	150.000,00	
3	Tukang Kayu	L.03	OH	150.000,00	
4	Tukang Besi	L.04	OH	150.000,00	
5	Tukang Ploa	L.05	OH	150.000,00	
6	Tukang Lasa	L.06	OH	150.000,00	
7	Tukang Cat	L.07	OH	150.000,00	
8	Tukang eretan	L.08	OH	150.000,00	
9	Tukang Aluminium	L.09	OH	150.000,00	
10	Tukang gres	L.10	OH	130.000,00	
11	Tukang aspal	L.11	OH	130.000,00	
12	Tukang listrik	L.12	OH	155.000,00	
13	Kepala Tukang	L.13	OH	160.000,00	
14	Mandor	L.14	OH	150.000,00	
15	Juru ukur	L.15	OH	185.000,00	
16	Operator alat berat	L.16	OH	205.000,00	
17	Operator pompa	L.17	OH	140.000,00	
18	Mekanik alat berat	L.18	OH	230.000,00	
19	Pembantu operator alat berat	L.19	OH	140.000,00	
20	Pembantu mekanik alat berat	L.20	OH	140.000,00	
21	Koordinator driller	L.21	OH	165.000,00	
22	Driller	L.22	OH	150.000,00	
23	Pembantu driller	L.23	OH	140.000,00	
24	Crew driller	L.24	OH	135.000,00	
25	Abdi pengikat	L.25	OH	420.000,00	
26	Administrasi bor	L.26	OH	126.000,00	
27	Supir	L.27	OH	210.000,00	
28	Supir kendaraan > 2 ton termasuk sedan	L.28	OH	170.000,00	
29	Kecak	L.29	OH	145.000,00	
30	Tukang gali makam	L.30	OH	210.000,00	

Catatan : Jam kerja dalam 1 hari adalah 8 jam

Tabel 4. 2 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

STANDARISASI HARGA SATUAN PEKERJAAN
UNTUK PEKERJAAN JALAN DAN JEMBATAN

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	2	3	4	5
A. PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pengukuran	m ²	4.293,00	
2	Pembersihan rumput dan tanaman di bahu jalan (manual)	m ²	2.466,00	
3	Pengrusakan tanah dan pembersihan semak pada damas (mekanis)	m ²	2.632,00	
4	Pengrusakan tanah dan pembersihan semak pada damas (manual)	m ²	3.819,00	
5	Pembersihan dari pembongkaran tanaman Ø > 30 cm	m ²	126.302,00	
6	Penebangan pohon Ø 30-50 cm (sampai kedalaman 60 cm)	batang	384.968,00	
7	Penebangan pohon Ø 50-75 cm (sampai kedalaman 60 cm)	batang	657.444,00	
8	Penebangan pohon Ø >75 cm (sampai kedalaman 60 cm)	batang	1.294.984,00	
B. PEKERJAAN TANAH				
1	Penyiapan Badan Jalan	m ²	1.190,00	
2	Galian struktur 0-2 m (mekanis)	m ³	19.370,00	
3	Galian struktur 2-4 m (mekanis)	m ³	45.244,00	
4	Galian struktur > 4 m (mekanis)	m ³	54.788,00	
5	Galian tanah biasa 0-1 m (manual)	m ³	87.321,00	
6	Galian tanah biasa 1-2 m (manual)	m ³	104.395,00	
7	Galian tanah biasa 2-3 m (manual)	m ³	117.876,00	
8	Galian tanah keras 0-1 m (manual)	m ³	193.875,00	
9	Galian tanah berbatu 0-1 m (manual)	m ³	209.540,00	
10	Galian tanah lumpur 0-1 m (manual)	m ³	128.733,00	
11	Galian tanah biasa dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	4.889,00	
12	Galian tanah biasa dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	78.925,00	
13	Galian tanah biasa dibuang ke luar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	27.756,00	
14	Galian tanah biasa dibuang ke luar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	147.787,00	
15	Galian tanah keras dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	9.933,00	
16	Galian tanah keras dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	89.415,00	
17	Galian tanah keras dibuang ke luar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	48.658,00	
18	Galian tanah keras dibuang ke luar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	153.886,00	
19	Galian tanah berbatu dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	11.018,00	
20	Galian tanah berbatu dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	103.399,00	
21	Galian tanah berbatu dibuang ke luar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	53.246,00	
22	Galian tanah berbatu dibuang ke luar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	175.246,00	
23	Galian tanah berlumpur dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	12.617,00	
24	Galian tanah berlumpur dibuang di sekitar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	167.824,00	
25	Galian tanah berlumpur dibuang ke luar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ³	56.113,00	
26	Galian tanah berlumpur dibuang ke luar lokasi pekerjaan (manual)	m ³	196.792,00	
27	Galian untuk drainase dibuang di sekitar lokasi pekerjaan	m ³	5.667,00	
28	Galian untuk drainase dibuang ke luar lokasi pekerjaan	m ³	40.401,00	
29	Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine	m ²	479.194,00	
30	Galian perkerasan beraspal setempat dibuang ke luar lokasi pekerjaan (mekanis)	m ²	289.245,00	
31	Galian perkerasan beraspal setempat dibuang ke luar lokasi pekerjaan (manual)	m ²	281.141,00	
32	Peninggian elevasi dengan tanah bekas galian sepanjang jalan	m ²	89.428,00	
33	Urugan tanah bekas galian	m ²	96.280,00	
34	Urugan tanah biasa untuk badan jalan	m ²	203.406,00	
35	Urugan tanah biasa	m ²	159.441,00	
36	Urugan tanah padas untuk badan jalan	m ²	208.686,00	
37	Urugan tanah padas	m ²	254.234,00	

Tabel 4. 3 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

C. PEKERJAAN LAPIS BERBUTIR			
1	Urugan pasir urug untuk badan jalan	m ³	305.413,00
2	Urugan pasir urug	m ³	340.927,00
3	Urugan siriu untuk badan jalan	m ³	293.315,00
4	Urugan setempat siriu	m ³	330.477,00
5	Urugan Batu Pecah 20-30mm dipadatkan	m ³	553.087,00
6	Telford (Sub Base Batu Belah)	m ³	667.739,00
7	Produksi agregat kasar	m ³	333.816,00
8	Produksi agregat halus	m ³	333.816,00
9	Produksi pasir halus	m ³	333.816,00
10	Produksi batu pecah 00-05 mm	m ³	333.816,00
11	Produksi batu pecah 05-15 mm	m ³	333.816,00
12	Produksi batu pecah 05-20 mm	m ³	333.816,00
13	Produksi batu pecah 20-30 mm	m ³	333.816,00
14	Produksi batu pecah 30-70 mm	m ³	333.816,00
15	Produksi agregat kasar terakir ke lokasi pekerjaan	m ³	422.768,00
16	Produksi LPA (lapis pondasi agregat kelas B)	m ³	347.338,00
17	Produksi LPA (lapis pondasi agregat kelas B) terakir ke lokasi pekerjaan	m ³	480.614,00
18	Penghamparan LPA (lapis pondasi agregat kelas B) sepanjang jalan	m ³	545.446,00
19	Pelebaran / bahu jalan lurus dengan LPA (lapis pondasi agregat kelas B)	m ³	566.624,00
20	Penambalan setempat / jalan lingkungan dengan LPA (lapis pondasi agregat kelas B)	m ³	592.524,00
21	Produksi LPA (lapis pondasi agregat kelas A)	m ³	389.035,00
22	Produksi LPA (lapis pondasi agregat kelas A) terakir ke lokasi pekerjaan	m ³	522.310,00
23	Penghamparan LPA (lapis pondasi agregat kelas A) sepanjang jalan	m ³	597.926,00
24	Pelebaran / bahu jalan lurus dengan LPA (lapis pondasi agregat kelas A)	m ³	611.641,00
25	Penambalan setempat / jalan lingkungan dengan LPA (lapis pondasi agregat kelas A)	m ³	632.616,00
D. PEKERJAAN BERASPAL			
1	Lapis rekap pengikat (prime coat) - aspal drum	liter	17.485,00
2	Lapis rekap pengikat - aspal emulsi	liter	20.808,00
3	Lapis perekat (tack coat) - aspal drum	liter	17.418,00
4	Lapis perekat (tack coat) - aspal emulsi	liter	20.808,00

Tabel 4. 4 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	KETERANGAN
1	Produksi HRS-WC (hot roller sheet wearing course)	ton	1.853.803,00	
6	Produksi HRS-WC (hot roller sheet wearing course) terakir ke lokasi pekerjaan	ton	1.947.757,00	
7	Penghamparan HRS-WC (hot roller sheet wearing course) tebal 3,0 cm	m ²	133.650,00	
8	Perataan jalan dengan HRS-WC (hot roller sheet wearing course) leveling	ton	1.889.930,00	
9	Produksi HRS-base (hot roller sheet base)	ton	1.835.156,00	
10	Produksi HRS-base (hot roller sheet base) terakir ke lokasi pekerjaan	ton	1.927.404,00	
11	Penghamparan HRS-base (hot roller sheet base) tebal 3,5 cm	m ²	4.388.600,00	
12	Perataan jalan dengan HRS-base-L (hot roller sheet base leveling)	ton	3.161.473,00	
13	Produksi AC-WC (Asphalt concrete wearing course)	ton	1.756.286,00	
14	Produksi AC-WC (Asphalt concrete wearing course) terakir ke lokasi pekerjaan	ton	1.848.534,00	
15	Penghamparan AC-WC (Asphalt concrete wearing course) tebal 4,0 cm	m ²	1.170.249,00	
16	Perataan jalan dengan AC-WC (Asphalt concrete wearing course) leveling	ton	1.981.890,00	
17	Produksi AC-BC (Asphalt concrete binder course)	ton	1.745.069,00	
18	Produksi AC-BC (Asphalt concrete binder course) terakir ke lokasi pekerjaan	ton	1.833.364,00	
19	Penghamparan AC-BC (Asphalt concrete binder course) tebal 5,0 cm	m ²	4.329.997,00	
20	Perataan jalan dengan AC-BC (Asphalt concrete binder course) leveling	ton	1.866.516,00	
21	Produksi AC-Base (asphalt concrete base)	ton	1.734.796,00	
22	Produksi AC-Base (asphalt concrete base) terakir ke lokasi pekerjaan	ton	1.826.644,00	
23	Penghamparan AC-Base (asphalt concrete base) tebal 6,0 cm	m ²	4.303.965,00	
24	Perataan jalan dengan AC-Base-L (asphalt concrete base leveling)	ton	1.855.320,00	
25	Produksi ATB (asphalt treated base)	ton	1.771.675,00	
26	Produksi ATB (asphalt treated base) terakir ke lokasi	ton	1.863.923,00	
27	Penambalan jalan dengan ATB (asphalt treated base)	m ²	4.324.004,00	
28	Perataan jalan dengan ATB (asphalt treated base) leveling	ton	1.880.006,00	
29	Penghamparan Latair Kelas A (SR-A) tebal 15 mm	m ²	73.195,00	
30	Penghamparan Latair Kelas B (SR-B) tebal 20 mm	m ²	96.956,00	
31	Penghamparan HRS-WC (hot roller sheet wearing course) tebal 3,0 cm tanpa finisher	m ²	165.755,00	
32	Penghamparan HRS-WC (hot roller sheet wearing course) tebal 3,0 cm. Untuk Jalan Lingkungan	m ²	138.731,00	
33	Perataan jalan dengan HRS-WC (hot roller sheet wearing course) leveling Untuk Jalan Lingkungan	ton	2.064.818,00	
E. PEKERJAAN PAVING BLOCK				
1	Pasang paving block abu ² , K-250 t+6 cm	m ²	183.034,00	
2	Pasang paving block warna, K-250 t+6 cm	m ²	216.034,00	
3	Pasang paving block abu ² , K-300 t+6 cm	m ²	190.294,00	
4	Pasang paving block warna, K-300 t+6 cm	m ²	215.924,00	
5	Pasang paving block abu ² , K-300 t+8 cm	m ²	240.038,00	
6	Pasang paving block warna, K-300 t+8 cm	m ²	264.757,00	
7	Pasang paving block abu ² , K-400 t+8 cm	m ²	266.603,00	
8	Pasang paving block warna, K-400 t+8 cm	m ²	299.603,00	
9	Pasang paving block abu ² , K-400 t+10 cm	m ²	281.994,00	
10	Pasang paving block warna, K-400 t+10 cm	m ²	287.734,00	
11	Pasang paving grass block lubang, K-250 t+6 cm	m ²	206.762,00	
12	Pasang paving block lama (untuk bahan perjalan kaki)	m ²	144.502,00	
13	Pasang paving block lama (untuk bahan kendaraan)	m ²	146.333,00	
14	Bongkar paving block	m ²	50.464,00	
15	Bongkar paving block (bawa ke luar lokasi)	m ²	65.854,00	
16	Pasang kerb tipe A (13/18x30x50)	m ²	116.321,00	
17	Pasang kerb tipe A (13/18x30x50) lama	m ²	26.121,00	
18	Pasang kerb tipe B (18/21x30x50)	m ²	191.253,00	
19	Pasang kerb tipe B (18/21x30x50) lama	m ²	28.253,00	
20	Pasang kastuin K-200, 10x20x50 cm	m ²	112.062,00	
21	Pasang kastuin K-200, 10x20x50 cm lama	m ²	61.462,00	
22	Bongkar kerb / kastuin	m ²	17.423,00	
23	Pemasangan batu sikat tebal 3 cm	m ²	266.883,00	

Tabel 4. 5 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

F	PEKERJAAN BETON		
1	Beton K-100 manual	m ³	1.301.036,00
2	Beton K-125 manual	m ³	1.337.793,00
3	Beton K-150 manual	m ³	1.366.881,00
4	Beton K-175 manual	m ³	1.401.083,00
5	Beton K-100 alternatif	m ³	1.287.679,00
6	Beton K-125 alternatif	m ³	1.375.381,00
7	Beton K-175 alternatif	m ³	1.339.460,00
8	Beton K-225 alternatif	m ³	1.397.759,00
9	Beton K-100 readymix	m ³	1.126.683,00
10	Beton K-125 readymix	m ³	1.171.460,00
11	Beton K-175 readymix	m ³	1.214.252,00
12	Beton K-225 readymix	m ³	1.265.439,00
13	Beton K-250 readymix	m ³	1.399.487,00
14	Beton K-300 readymix	m ³	1.399.111,00
15	Beton K-350 readymix	m ³	1.464.356,00
16	Beton K-400 readymix	m ³	1.545.924,00
17	Beton siskop K-175	m ³	1.241.538,00
18	Kanstin beton Profil 40x40 cm K-250, cetak langsung di lokasi pekerjaan	m	277.076,00
19	Kanstin beton Profil 18/21x20 cm K-300, cetak langsung di lokasi pekerjaan	m	166.762,00
20	Kanstin beton Profil 18/21x25 cm K-300, cetak langsung di lokasi pekerjaan	m	178.863,00
21	Kanstin beton Profil 18/21x30 cm K-300, cetak langsung di lokasi pekerjaan	m	190.963,00
22	Kanstin beton Profil 21x10 cm K-300, cetak langsung di lokasi pekerjaan	m	144.422,00
23	Baja tulangan polos U-24	kg	19.159,00
24	Baja tulangan ulir V-32	kg	19.448,00
25	Baja tulangan U39 ulir	kg	22.672,00
26	Baja tulangan U48 ulir	kg	22.672,00
27	Baja tulangan dowel	kg	31.744,00
28	Baja tulangan tie bar	kg	31.419,00
29	Bekisting untuk pondasi	m ²	250.885,00
30	Bekisting untuk sloof	m ²	269.952,00
31	Bekisting untuk kolom	m ²	405.150,00
32	Bekisting untuk balok tidak termasuk perancah	m ²	811.735,00
33	Bekisting untuk plat lantai tidak termasuk perancah	m ²	396.116,00
34	Bekisting untuk plat dinding tidak termasuk perancah	m ²	414.816,00
35	Bekisting untuk tangga tidak termasuk perancah	m ²	357.059,00
36	Bekisting untuk basis beton	m ²	240.813,00
37	Bekisting untuk dinding sumuran	m ²	240.813,00
38	Perancah untuk beton dengan ketebalan s.d 5 m	m ²	2.792.218,00
39	Perancah beton ketinggian > 5 m tiap 5 m	m ²	3.162.038,00
40	Pekerjaan Beton Berpori Berwarna	m ³	3.876.718,00

Tabel 4. 6 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	KETERANGAN
1	2	3	4	5
41	Pekerjaan Beton Berpori Tidak Berwarna	m ³	3.051.718,00	
42	Pekerjaan jalan beton K-250 termasuk bekisting	m ²	1.543.602,00	
43	Pekerjaan jalan beton K-300 termasuk bekisting	m ²	1.613.078,00	
44	Pekerjaan jalan beton K-350 termasuk bekisting	m ²	1.764.886,00	
45	Pekerjaan jalan beton K-400 termasuk bekisting	m ²	1.838.289,00	
46	Pembongkaran Beton (mekanis)	m ³	221.152,00	
47	Pembongkaran Beton (manual)	m ³	422.785,00	
48	Memasang Jaring Kawat Baja/Wiremesh dia. 6 mm, jarak 15 x 15 cm	m ²	55.938,00	
49	Pemasangan slatuk cor	m ²	1.426,00	
G. PEKERJAAN KONSTRUKSI BAJA				
1.	Pasang baja siku	kg	48.675,00	
2.	Pasang konstruksi baja	kg	48.675,00	
3.	Pasang mur/baut/angkur baja	kg	44.220,00	
4.	Pembongkaran rangka baja	m ³	419.300,00	
5.	Pembongkaran balok baja	m ³	340.354,00	
6.	Pasang konstruksi baja dilapisi galvanis	kg	59.867,00	
7.	Konstruksi Baja Tahan Karat (Stainless Steel)	kg	134.922,00	
H. PEKERJAAN PASANGAN BATU DAN PLESTERAN				
1.	Pasangan batu belah 1 : 6	m ²	1.384.879,00	
2.	Pasangan batu belah 1 : 5	m ²	1.431.847,00	
3.	Pasangan batu belah 1 : 4	m ²	1.464.035,00	
4.	Pasangan batu belah 1 : 3	m ²	1.508.152,00	
5.	Pasangan batu konong	m ²	662.398,00	
6.	Pasangan batu bata 1 : 6	m ²	1.384.175,00	
7.	Pasangan batu bata 1 : 4	m ²	1.425.002,00	
8.	Pasangan batu bata 1 : 3	m ²	1.459.402,00	
9.	Plesteran 1 : 7 tebal 15 mm	m ²	90.280,00	
10.	Plesteran 1 : 6 tebal 15 mm	m ²	90.544,00	
11.	Plesteran 1 : 5 tebal 15 mm	m ²	91.271,00	
12.	Plesteran 1 : 4 tebal 15 mm	m ²	91.986,00	
13.	Plesteran 1 : 3 tebal 15 mm	m ²	93.896,00	
14.	Plesteran 1 : 2 tebal 15 mm	m ²	96.300,00	
15.	Plesteran 1 : 1 tebal 15 mm	m ²	102.609,00	
16.	Plesteran 1 : 6 tebal 20 mm	m ²	100.166,00	
17.	Plesteran 1 : 5 tebal 20 mm	m ²	101.288,00	
18.	Plesteran 1 : 4 tebal 20 mm	m ²	102.090,00	
19.	Plesteran 1 : 3 tebal 20 mm	m ²	104.788,00	
20.	Plesteran 1 : 2 tebal 20 mm	m ²	107.993,00	
21.	Plesteran skoring 1 : 2 lebar 10 mm	m ²	84.474,00	
22.	Plesteran ciprat 1 : 2	m ²	64.440,00	
23.	Siar batu bata	m ²	39.678,00	
24.	Siar batu kali 1 : 2	m ²	84.848,00	
25.	Acian	m ²	52.635,00	
26.	Pembongkaran pasangan batu (mekanis)	m ²	179.336,00	
27.	Pembongkaran pasangan batu (manual)	m ²	299.217,00	
28.	Pembongkaran pasangan batu (mekanis)	m ²	300.199,00	
29.	Pembongkaran pasangan batu (manual)	m ²	295.225,00	

Tabel 4. 7 Standarisasi HSP untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

I. PEKERJAAN PONDASI			
1.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun piles Ø 300 mm	m ³	450.060,00
2.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun piles Ø 350 mm	m ³	538.688,00
3.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun piles Ø 400 mm	m ³	669.568,00
4.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun piles Ø 450 mm	m ³	859.914,00
5.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun piles Ø 500 mm	m ³	1.050.654,00
6.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun piles Ø 600 mm	m ³	1.322.936,00
7.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak square piles 250x250 mm	m ³	415.204,00
8.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak square piles 300x300 mm	m ³	569.495,00
9.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak square piles 350x350 mm	m ³	710.624,00
10.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak square piles 400x400 mm	m ³	871.918,00
11.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak square piles 450x450 mm	m ³	1.113.224,00
12.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak square piles 500x500 mm	m ³	1.283.724,00
13.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun square piles 400x400 mm	m ³	871.918,00
14.	Pengadaan tiang pancang beton pratekan pracetak spun square piles 450x450 mm	m ³	1.113.224,00
15.	Pemancangan tiang pancang beton pratekan pracetak	m ³	319.986,00
16.	Tiang bor beton Ø 600 mm	m ³	1.260.868,00
17.	Tiang bor beton Ø 800 mm	m ³	2.040.774,00
18.	Tiang bor beton Ø 1000 mm	m ³	3.042.976,00
19.	Tiang bor beton Ø 1200 mm	m ³	4.268.140,00
20.	Tiang bor beton Ø 1500 mm	m ³	6.523.165,00
21.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 100 cm	m ³	2.120.916,00
22.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 150 cm	m ³	3.472.604,00
23.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 200 cm	m ³	5.178.969,00
24.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 250 cm	m ³	7.169.516,00
25.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 300 cm	m ³	9.442.864,00
26.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 350 cm	m ³	11.997.652,00
27.	Penyediaan dinding sumuran beton K-225 silinder Ø 400 cm	m ³	14.836.590,00
28.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 100 cm	m ³	325.263,00
29.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 150 cm	m ³	389.086,00
30.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 200 cm	m ³	479.002,00
31.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 250 cm	m ³	594.719,00
32.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 300 cm	m ³	736.043,00
33.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 350 cm	m ³	903.096,00
34.	Penurunan dinding sumuran silinder Ø 400 cm	m ³	1.095.754,00
35.	Cerucuk bambu Ø 10 cm	m ³	32.590,00
36.	Cerucuk bambu Ø 15 cm	m ³	43.278,00

Tabel 4. 8 Daftar Sewa Alat
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

III. SEWA PERALATAN					
1.	Asphalt distributor 4000 l	E.1	jam	307.300,00	41%
2.	Asphalt finisher	E.2	jam	602.500,00	41%
3.	Asphalt mixing plant	E.3	jam	6.253.800,00	41%
4.	Asphalt sprayer 850 l	E.4	jam	74.900,00	41%
5.	Asphalt liquid mixer 1000 l	E.5	jam	61.100,00	41%
6.	Blending equipment	E.6	jam	235.000,00	41%
7.	Bore pile machine	E.7	jam	476.900,00	41%
8.	Bulldozer 100-150 HP	E.8	jam	912.500,00	27%
9.	Chain saw	E.9	jam	60.200,00	76%
10.	Cold milling machine	E.10	jam	648.500,00	26%
11.	Compressor 4000-6500 l/m	E.11	jam	185.500,00	57%
12.	Concrete mixer 350 l	E.12	jam	94.600,00	41%
13.	Concrete mixer 500 l	E.13	jam	103.400,00	41%
14.	Concrete mixer truck 5 m ³	E.14	jam	576.100,00	41%
15.	Concrete pan mixer	E.15	jam	800.700,00	41%
16.	Concrete pump	E.16	jam	296.800,00	41%
17.	Concrete slip form paver	E.17	jam	582.400,00	41%
18.	Concrete vibrator	E.18	jam	61.100,00	41%
19.	Crane on track 35 ton	E.19	jam	440.800,00	5%
20.	Crane on wheel 10-15 ton	E.20	jam	359.800,00	5%
21.	Cutting machine	E.21	jam	55.100,00	
22.	Dump truck 40 ton	E.22	jam	676.500,00	21%
23.	Dump truck 20 ton	E.23	jam	556.100,00	21%
24.	Dump truck 7,5 ton	E.24	jam	344.400,00	21%
25.	Dump truck 3,5 ton	E.25	jam	304.800,00	21%

Tabel 4. 9 Daftar Sewa Alat
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

NO	BAHAN, UPAH DAN ALAT	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	TKDN
1	2	3	4	5	6
26.	Excavator 80-140 HP	E.26	jam	668.200,00	36%
27.	Flat bed truck 3-4 m ³	E.27	jam	465.100,00	36%
28.	Generator set 135 KVA	E.28	jam	410.200,00	26%
29.	Jack hammer	E.29	jam	50.300,00	36%
30.	Motor grader >100 HP	E.30	jam	548.600,00	36%
31.	Pedestrian Roller	E.31	jam	99.800,00	37%
32.	Pile driver + hammer 2,5 ton	E.32	jam	153.400,00	37%
33.	Pneumatic tire roller 8-10 ton	E.33	jam	491.000,00	37%
34.	Road Marking Machine	E.34	jam	491.000,00	
35.	Stone crusher	E.35	jam	799.500,00	37%
36.	Tandem roller 6-8 ton	E.36	jam	469.500,00	37%
37.	Three wheel roller 6-8 ton	E.37	jam	262.300,00	37%
38.	Trailer 20 ton	E.38	jam	540.700,00	37%
39.	Vibratory plate tamper	E.39	jam	58.800,00	37%
40.	Vibratory roller 1 ton	E.40	jam	95.000,00	37%
41.	Vibratory roller 5-8 ton	E.41	jam	392.200,00	37%
42.	Water pump 70-100 mm	E.42	jam	71.700,00	25%
43.	Water tanker truck 3000-4000 l	E.43	jam	255.200,00	26%
44.	Wheel loader 1,0-1,6 m ³	E.44	jam	472.400,00	26%
45.	Stamper	E.45	jam	35.000,00	26%
46.	Mesin gilas 2 roda 6 - 10 ton	E.46	jam	325.000,00	26%
47.	Mesin gilas 3 roda 6 - 10 ton	E.47	jam	350.000,00	26%
48.	Mesin gilas roda karet 8 - 10 ton	E.48	jam	415.000,00	26%
49.	Mesin trowel	E.49	jam	45.000,00	
50.	Alat bantu	E.50	set	50.000,00	100%
51.	Depresiasi mesin pompa uji	E.51	hari	42.000,00	
52.	Depresiasi peralatan pemboran	E.52	hari	265.000,00	
53.	Depresiasi alat compressor	E.53	hari	425.000,00	
54.	Logging	E.54	unit	280.000,00	26%
55.	Mesin kerek	E.55	unit	50.000,00	26%
56.	Mesin bor	E.56	unit	450.000,00	26%
57.	Transportasi peralatan drailler	E.57	unit	500.000,00	
58.	Compressor bow	E.58	unit	700.000,00	
59.	Pompa injeksi	E.59	unit	300.000,00	26%
60.	Pompa tangan	E.60	unit	160.000,00	
61.	Sewa bor horizontal	E.61	hari	150.000,00	
62.	Sewa Crane	E.62	hari	4.750.000,00	100%
63.	Sewa alat las	E.63	hari	95.000,00	100%
64.	Sewa alat cutting machine	E.64	hari	125.000,00	
65.	Sewa Scaffolding :	E.65	bulan	61.800,00	100%
	- Main frame T-190	E.65.1	bulan	8.800,00	26%
	- Main frame T-170	E.65.2	bulan	8.300,00	26%
	- Leader frame T-90	E.65.3	bulan	5.400,00	26%
	- Cross brass T-220	E.65.4	bulan	4.100,00	26%
	- Cross brass T-193	E.65.5	bulan	3.800,00	26%
	- Joint pin	E.65.6	bulan	1.500,00	26%
	- Jack base T-40	E.65.7	bulan	4.100,00	26%
	- Jack base T-60	E.65.8	bulan	4.300,00	26%
	- U head jack T-40	E.65.9	bulan	4.100,00	26%
	- U head jack T-60	E.65.10	bulan	4.300,00	26%
	- Pipe support	E.65.11	bulan	8.500,00	26%
	- Horizontal frame	E.65.12	bulan	7.700,00	26%
	- Cat walk	E.65.13	bulan	27.100,00	26%
	- Pipe brancing 3 m	E.65.14	bulan	8.800,00	
	- Pipe brancing 6 m	E.65.15	bulan	17.700,00	
	- Swipel clamb	E.65.16	bulan	5.100,00	26%
	- Roda custer (satu set)	E.65.17	bulan	64.700,00	26%
	- Mesin molen (per hari)	E.65.18	bulan	167.000,00	52%

Tabel 4. 10 Daftar Sewa Alat
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

66.	Tripod tinggi 5 m	E.66	hari	250.000,00	52%
67.	Alat pancang Hammer 0,5 ton	E.67	hari	350.000,00	52%
68.	Alat penyambung tiang pancang dolken	E.68	hari	350.000,00	52%
69.	Sewa mobil crane	E.69	hari	1.450.000,00	100%
70.	Pompa Air, diesel 5 KW	E.70	hari	250.000,00	25%
71.	Pompa Air, diesel 10 KW	E.71	hari	500.000,00	25%
72.	Pompa Air, diesel 20 KW	E.72	hari	1.000.000,00	25%
73.	Palu/Godam (Baja keras)	E.73	buah	25.000,00	
74.	Gergaji Besi	E.74	buah	3.500,00	
75.	Pahat Beton (Baja keras)	E.75	buah	15.000,00	
76.	Linggis (Baja keras)	E.76	buah	30.000,00	
77.	Sewa tangga 7 meter	E.77	buah	50.000,00	
78.	Truck Crane 5 ton	E.78	jam	525.000,00	5%
79.	Pompa submersible	E.79	unit	1.920.000,00	42%
80.	Pisau Gerinda	E.80	buah	52.000,00	
81.	Beton Nesor	E.81	batang	52.000,00	
82.	Sewa mobil crane kapasitas 5 Ton	E.82	hari	1.450.000,00	
83.	Sewa mobil crane kapasitas 15 Ton	E.83	hari	3.400.000,00	
84.	Sewa mobil crane kapasitas 25 Ton	E.84	hari	6.250.000,00	
85.	Sewa tangga 7 meter	E.85	hari	50.000,00	
86.	Sewa bor horizontal	E.86	hari	150.000,00	
87.	Sewa alat las	E.87	hari	25.000,00	
88.	Sewa alat cutting machine	E.88	hari	44.000,00	
89.	Sewa bekisting rigid	E.89	hari	7.500,00	
90.	Sewa bekisting	E.90	hari	7.500,00	
91.	Angkur/mur/baut	E.91	set	45.000,00	
92.	Cutting stiker + pasang	E.92	buah	15.000,00	
93.	Perapian lokasi kerja	E.93	ls	20.000,00	
94.	BP (Biaya Penyumbungan)	E.94	VA	900,00	
95.	UJL (Uang Jaminan Langganani)	E.95	VA	100,00	
96.	GIL (Gambar Instalasi Langganani), administrasi pemasangan	E.97	VA	800,00	

4.1.4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah proses perhitungan yang digunakan untuk menentukan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan konstruksi. AHSP mempertimbangkan berbagai komponen biaya seperti upah tenaga kerja, bahan material, dan peralatan yang diperlukan. Analisis ini sangat penting dalam penyusunan anggaran dan estimasi biaya proyek konstruksi.

Berikut adalah komponen utama dalam AHSP:

- a. Biaya Tenaga Kerja: Menghitung upah yang harus dibayarkan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu satuan waktu atau volume. Faktor yang dipertimbangkan meliputi upah per jam atau harian, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan, dan produktivitas kerja.
- b. Biaya Material: Menghitung biaya bahan-bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Ini termasuk harga per satuan material, jumlah material yang dibutuhkan, dan biaya pengiriman.
- c. Biaya Peralatan: Menghitung biaya penggunaan peralatan dan mesin yang diperlukan untuk pekerjaan. Biaya ini dapat berupa sewa peralatan atau biaya operasional dan pemeliharaan peralatan milik sendiri.
- d. Biaya Overhead dan Keuntungan: Termasuk biaya tidak langsung seperti administrasi, pengawasan, dan keuntungan yang diharapkan oleh kontraktor.

Berikut adalah AHSP yang digunakan dalam lingkup pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 – 3+000 berdasarkan Peraturan Walikota Semarang No 40 Tahun 2023 :

Tabel 4. 11 AHSP Pembersihan Tempat Kerja
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Pengupasan tanah dan pembersihan semak pada damija (manual)

Satuan Pekerjaan : m²

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0400	126.000,00	5.040,00
2. Mandor	L.14	OH	0,0011	150.000,00	165,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					5.205,00
B. B a h a n					
Jumlah Harga Bahan					-
C. Peralatan					
1. Alat bantu	E.50	set	0,0017	50.000,00	85,00
Jumlah Harga Peralatan					85,00
D Jumlah (A+B+C)					5.290,00
E Overhead & Profit				10% x D	529,00
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					5.819,00

Tabel 4. 12 AHSP Penebangan Pohon Dia.<30cm
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Pembersihan dan pembongkaran tanaman Ø <30 cm

Satuan Pekerjaan : m²

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0100	126.000,00	1.260,00
2. Mandor	L.14	OH	0,0020	150.000,00	300,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					1.560,00
B. Sub pekerjaan					
1. Urugan tanah bekas galian		m ³	1,2000	87.527,78	105.033,34
Jumlah Harga Sub Pekerjaan					105.033,34
C. Peralatan					
1. Dump truck 7,5 ton	E.24	jam	0,0094	344.400,00	3.227,31
2. Alat bantu	E.50	set	0,1000	50.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Peralatan					8.227,31
D Jumlah (A+B+C)					114.820,65
E Overhead & Profit				10% x D	11.482,06
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					126.302,00

Tabel 4. 13 AHSP Penebangan Pohon Dia.30-50cm
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Penebangan pohon Ø 30-50 cm (sampai kedalaman 60 cm)

Satuan Pekerjaan : batang

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	1,0000	126.000,00	126.000,00
2. Mandor	L.14	OH	0,2500	150.000,00	37.500,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					163.500,00
B. B a h a n					
Jumlah Harga Bahan					-
C. Peralatan					
1. Dump truck 7,5 ton	E.24	jam	0,3614	344.400,00	124.466,16
2. Chain saw	E.9	jam	1,0000	60.200,00	60.200,00
3. Alat bantu	E.50	set	0,0361	50.000,00	1.805,00
Jumlah Harga Peralatan					186.471,16
D Jumlah (A+B+C)					349.971,16
E Overhead & Profit				10% x D	34.997,12
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					384.968,00

Tabel 4. 14 AHSP Pembongkaran Rumah
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Pembersihan dan Pembongkaran bangunan lama
Satuan Pekerjaan : m²

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A. TENAGA KERJA					
1 Pekerja	L.01	OH	142,8571	126.000,00	17.999.994,60
2 Mandor	L.14	OH	24,0000	150.000,00	3.600.000,00
3 Operator alat berat	L.16	OH	39,3283	265.000,00	10.421.999,50
4 Pembantu operator alat berat	L.19	OH	39,3283	140.000,00	5.505.962,00
5 Sopir	L.27	OH	142,8571	210.000,00	29.999.991,00
6 Kenek	L.29	OH	142,8571	145.000,00	20.714.279,50
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					88.242.226,60
B. BAHAN					
JUMLAH HARGA BAHAN					-
C. PERALATAN					
1 Bulldozer 100-150 HP	E.8	jam	119,0500	912.500,00	108.633.125,00
2 Wheel loader 1,0-1,6 m ³	E.44	jam	156,2500	472.400,00	73.812.500,00
3 Dump truck 7,5 ton	E.24	jam	1.000,0000	344.400,00	344.400.000,00
JUMLAH HARGA ALAT					526.845.625,00
D Jumlah (A+B+C) Harga per Ha					615.087.851,60
E Harga Satuan Pekerjaan per m ²					61.508,79
F Overhead & Profit					6.150,88
G Harga Satuan Pekerjaan (E+F)					67.659,00

Tabel 4. 15 AHSP Timbunan Tanah Biasa untuk Badan Jalan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Urugan tanah biasa untuk badan jalan
Satuan Pekerjaan : m³

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0437	126.000,00	5.506,20
2. Mandor	L.14	OH	0,0109	150.000,00	1.635,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					7.141,20
B. B a h a n					
1. Tanah biasa (quarry)	M.14	m ³	1,2000	45.000,00	54.000,00
Jumlah Harga Bahan					54.000,00
C. Peralatan					
1. Excavator 80-140 HP	E.26	jam	0,0083	668.200,00	5.546,06
2. Dump truck 20 ton	E.23	jam	0,0764	556.100,00	42.486,04
3. Motor grader >100 HP	E.30	jam	0,1228	548.600,00	67.368,08
4. Water tanker truck 3000-4000 l	E.43	jam	0,0141	255.200,00	3.598,32
5. Vibratory roller 5-8 ton	E.41	jam	0,0109	392.200,00	4.274,98
6. Alat bantu	E.50	set	0,0100	50.000,00	500,00
Jumlah Harga Peralatan					123.773,48
D Jumlah (A+B+C)					184.914,68
E Overhead & Profit					18.491,47
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					203.406,00

Tabel 4. 16 AHSP Timbunan Tanah Pilihan untuk Badan Jalan
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Urugan sirtu untuk badan jalan
Satuan Pekerjaan : m³

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0466	126.000,00	5.871,60
2. Mandor	L.14	OH	0,0117	150.000,00	1.755,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					7.626,60
B. B a h a n					
1. Sirtu (quarry)	M.10	m ³	1,1000	120.000,00	132.000,00
Jumlah Harga Bahan					132.000,00
C. Peralatan					
1. Wheel loader 1,0-1,6 m ³	E.44	jam	0,0125	472.400,00	5.905,00
2. Dump truck 20 ton	E.23	jam	0,0816	556.100,00	45.377,76
3. Motor grader >100 HP	E.30	jam	0,1228	548.600,00	67.368,08
4. Water tanker truck 3000-4000 l	E.43	jam	0,0141	255.200,00	3.598,32
5. Vibratory roller 5-8 ton	E.41	jam	0,0109	392.200,00	4.274,98
6. Alat Bantu	E.50	set	0,0100	50.000,00	500,00
Jumlah Harga Peralatan					127.024,14
D Jumlah (A+B+C)					266.650,74
E Overhead & Profit					26.665,07
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					293.315,00

Tabel 4. 17 AHSP Pelebaran Jalan dengan LPA
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Pelebaran / bahu jalan keras dengan LPA (lapis pondasi agregat kelas A)
Satuan Pekerjaan : m³

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0040	126.000,00	504,00
2. Mandor	L.14	OH	0,0013	150.000,00	195,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					699,00
B. Bahan					
1. Produksi LPA (lapis pondasi agregat kelas A)		m ³	1,2586	353.668,26	445.126,87
Jumlah Harga Bahan					445.126,87
C. Peralatan					
1. Wheel loader 1,0-1,6 m ³	E.44	jam	0,0094	472.400,00	4.440,56
2. Dump truck 20 ton	E.23	jam	0,1285	556.100,00	71.458,85
3. Motor grader >100 HP	E.30	jam	0,0194	548.600,00	10.642,84
4. Water tanker truck 3000-4000 l	E.43	jam	0,0141	255.200,00	3.598,32
5. Tandem roller 6-8 ton	E.36	jam	0,0321	469.500,00	15.070,95
6. Alat bantu	E.50	set	0,1000	50.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Peralatan					110.211,52
D Jumlah (A+B+C)					556.037,39
E Overhead & Profit				10% x D	55.603,74
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					611.641,00

Tabel 4. 18 AHSP Beton Lean Concrete K-100
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Beton K-100 readymix
Satuan Pekerjaan : m³

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0569	126.000,00	7.169,40
2. Tukang batu	L.02	OH	0,2276	150.000,00	34.140,00
3. Mandor	L.14	OH	0,4552	150.000,00	68.280,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					109.589,40
B. Bahan					
1. Adukan beton K-100 ready mix	M.678	m ³	1,0600	854.900,00	906.194,00
Jumlah Harga Bahan					906.194,00
C. Peralatan					
1. Concrete vibrator	E.18	jam	0,0569	61.100,00	3.476,59
2. Alat bantu	E.50	set	0,1000	50.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Peralatan					8.476,59
D Jumlah (A+B+C)					1.024.259,99
E Overhead & Profit				10% x D	102.426,00
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.126.685,00

Tabel 4. 19 AHSP Rigid Pavement K-400
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Perkerasan jalan beton K-400 termasuk bekisting
Satuan Pekerjaan : m³

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	1,3387	126.000,00	168.676,20
2. Tukang batu	L.02	OH	0,6693	150.000,00	100.395,00
3. Mandor	L.14	OH	0,1434	150.000,00	21.510,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					290.581,20
B. Bahan					
1. Adukan beton K-400 ready mix	M.687	m ³	1,0600	1.142.000,00	1.210.520,00
2. Joint sealent	M.1297	kg	0,2813	35.100,00	9.873,63
3. Plastik cor/Polytene 125 mikron	M.338	kg	0,1138	64.300,00	7.317,34
4. Curing compound	M.694	liter	0,8700	38.500,00	33.495,00
5. Additive	M.696	liter	0,2000	46.200,00	9.240,00
Jumlah Harga Bahan					1.270.445,97
C. Peralatan					
1. Concrete vibrator	E.18	jam	0,3347	61.100,00	20.450,17
2. Water tanker truck 3000-4000 l	E.43	jam	0,0211	255.200,00	5.384,72
3. Concrete slip form paver	E.17	jam	0,0074	582.400,00	4.309,76
4. Sewa Bekisting	E.90	hari	10,0000	7.500,00	75.000,00
5. Alat bantu	E.50	set	0,1000	50.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Peralatan					110.144,65
D Jumlah (A+B+C)					1.671.171,82
E Overhead & Profit				10% x D	167.117,18
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.838.289,00

Tabel 4. 20 AHSP Saluran DS-5
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Pasangan batu belah 1 : 5
Satuan Pekerjaan : m³

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	1,800	126.000,00	226.800,00
2. Tukang batu	L.02	OH	0,900	150.000,00	135.000,00
4. Mandor	L.14	OH	0,180	150.000,00	27.000,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					388.800,00
B. Bahan					
1. Batu belah (quarry - lokasi pekerjaan)	M.5	m3	1,2000	344.900,00	413.880,00
2. Portland cement	M.667	kg	135,0000	1.400,00	189.000,00
3. Pasir muntilan (quarry - lokasi pekerjaan)	M.24	m ³	0,5440	414.100,00	225.270,40
Jumlah Harga Bahan					828.150,40
C. Peralatan					
1. Concrete mixer 350 l	E.12	jam	0,6885	94.600,00	65.132,10
2. Water tanker truck 3000-4000 l	E.43	jam	0,0572	255.200,00	14.597,44
3. Alat bantu	E.50	set	0,1000	50.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Peralatan					84.729,54
D Jumlah (A+B+C)					1.301.679,94
E Overhead & Profit				10% x D	130.167,99
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.431.847,00

Tabel 4. 21 AHSP Pemasangan Geotekstil Tipe A
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Pemasangan Geotekstil, Tipe-A, Tips
Satuan Pekerjaan : m²

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. TENAGA KERJA					
1. Pekerja	L.01	OH	0,1000	126.000,00	12.600,00
2. Tukang gali	L.10	OH	0,1000	130.000,00	13.000,00
3. Mandor	L.14	OH	0,1000	150.000,00	15.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					40.600,00
B. Bahan					
1. Geotekstil			1,0500	45.000,00	47.250,00
JUMLAH HARGA BAHAN					47.250,00
C. PERALATAN					
JUMLAH HARGA ALAT					-
D Jumlah (A+B+C)					87.850,00
E Overhead & Profit				10% x D	8.785,00
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					96.635,00

Tabel 4. 22 AHSP Solid Soding
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Stabilisasi tanah dengan tanaman
Satuan Pekerjaan : m²

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,1000	126.000,00	12.600,00
2. Mandor	L.14	OH	0,0100	150.000,00	1.500,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					14.100,00
B. Bahan					
1. Gebalan Rumput Jenis Lamuran	M.1541	m ²	1,1000	10.600,00	11.660,00
Jumlah Harga Bahan					11.660,00
C. Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan					-
D Jumlah (A+B+C)					25.760,00
E Overhead & Profit				10% x D	2.576,00
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					28.336,00

Tabel 4. 23 AHSP Pemasangan Guardrail
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Guardrail Pengaman Jalan
Satuan Pekerjaan : m¹

Uraian	Kode	Satuan	Perkiraan Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,3904	126.000,00	49.194,00
2. Tukang batu	L.02	OH	0,1260	150.000,00	18.900,00
4. Mandor	L.14	OH	0,0781	150.000,00	11.715,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					79.809,00
B. Bahan					
1. Guardrail	M.1337	m'	1,0000	761.200,00	761.200,00
2. Patok Beton K-175	-	m3	0,0925	1.217.691,28	112.636,44
3. Baja tulangan polos U-24	M.140	kg	4,6450	14.250,00	66.191,25
4. Baut dan material lainnya	-	ls	1,0000	75.000,00	75.000,00
Jumlah Harga Bahan					1.015.027,69
C. Peralatan					
1 Dump truck 3,5 ton	E.25	jam	0,1922	304.800,00	58.582,56
2 Alat Bantu	E.50	set	1,0000	50.000,00	50.000,00
Jumlah Harga Peralatan					108.582,56
D Jumlah (A+B+C)					1.203.419,25
E Overhead & Profit	10% x D				120.341,93
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.323.761,00

Tabel 4. 24 Rambu Tipe A1
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Rambu lalulintas standar tunggal tipe pemantul engineering grade
Satuan Pekerjaan : buah

Uraian	Kode	Satuan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,1106	126.000,00	13.936,00
2. Tukang besi	L.04	OH	0,0664	150.000,00	9.960,00
3. Mandor	L.14	OH	0,0221	150.000,00	3.315,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					27.211,00
B. Bahan					
1. Plat rambu 60x60 cm/Ø60cm engineering	M.337	buah	1,0000	544.300,00	544.300,00
2. Pipa galvanis medium B Ø 2" panjang 6 s	M.120	batang	0,5000	351.600,00	175.800,00
3. Beton K-225 sitemix		m ³	0,0538	1.270.690,14	68.363,00
4. Bekisting untuk pondasi		m ²	0,6000	228.078,00	136.847,00
5. Besi siku	M.145	kg	2,2600	18.500,00	41.810,00
Jumlah Harga Upah Bahan					967.120,00
C. Peralatan					
1. Flat bed truck 3-4 m ²	E.27	jam	0,1149	465.100,00	53.440,00
2. Alat bantu	E.50	set	0,1000	50.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Alat					58.440,00
D Jumlah (A+B+C)					1.052.771,00
E Overhead & Profit	10% x D				105.277,10
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.158.000,00

Tabel 4. 25 AHSP Marka
Sumber : Perwal Semarang No 40 2023

Jenis Pekerjaan : Marka jalan termoplastik (tebal = 3,0 mm)
Satuan Pekerjaan : m²

Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A. Upah Tenaga					
1. Pekerja	L.01	OH	0,0857	126.000,00	10.798,20
2. Tukang cat	L.07	OH	0,0321	150.000,00	4.815,00
3. Mandor	L.14	OH	0,0107	150.000,00	1.605,00
Jumlah Harga Upah Tenaga					17.218,20
B. Bahan					
1. Cat marka (thermoplastic)	M.334	kg	3,9000	42.300,00	164.970,00
2. Thinner	M.815	liter	2,1000	25.500,00	53.550,00
3. Glass bead	M.335	kg	0,4500	15.900,00	7.155,00
Jumlah Harga Bahan					225.675,00
C. Peralatan					
1. Compressor 4000-6500 l\m	E.11	jam	0,0750	185.500,00	13.912,50
2. Flat bed truck 3-4 m ²	E.27	jam	0,0750	465.100,00	34.882,50
3. Road Marking Machine	E.34	jam	0,0500	491.000,00	24.550,00
Jumlah Harga Peralatan					73.345,00
D Jumlah (A+B+C)					316.238,20
E Overhead & Profit	10% x D				31.623,82
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					347.862,00

4.1.5 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) didapatkan dengan mengkalikan volume pekerjaan dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sehingga dapat diketahui biaya total yang dibutuhkan dalam pekerjaan tersebut. Selanjutnya bobot pekerjaan didapatkan dengan cara membagi biaya suatu pekerjaan dengan biaya total pekerjaan. Identifikasi item berbiaya tinggi dilakukan dengan penyusunan analisa pareto cost model dari biaya item item pekerjaan pada pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000. Analisa pareto cost model dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Analisa Pareto Cost Model At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000
Sumber : Analisa penulis

AT GRADE (STA 2+850 s.d STA 3+000)			
Typical	Uraian Zona Kerja	Total Harga (Rp.)	Bobot
Main Road	AT GRADE 2A (STA 2+850 s.d STA 3+000)		
	PEMBERSIHAN LAHAN	Rp 268,599,136.379	0.64%
	PEMBONGKARAN	Rp 282,111,665.081	0.67%
	PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	Rp 35,741,581,472.900	85.21%
	SUBGRADE	Rp 82,238,442.584	0.20%
	LAPIS FONDASI AGREGAT DAN LAPIS FONDASI AGREGAT	Rp 825,269,463.711	1.97%
	PERKERASAN	Rp 2,231,561,472.000	5.32%
	PEKERJAAN LAIN-LAIN	Rp 2,514,228,715.128	5.99%
	TOTAL	Rp 41,945,590,367.782	100.00%

4.2 Tahap Analisa Fungsi

Setelah dilakukan proses analisa pareto cost model, kemudian menentukan item pekerjaan yang akan dikaji lebih lanjut. Item pekerjaan yang akan dikaji yaitu item pekerjaan yang masuk dalam 80% biaya dari biaya total pekerjaan, didapatkan pekerjaan tanah dan geosintetik dengan bobot 85,21%. Rincian Rencana Anggaran Biaya untuk At Grade STA Mainroad STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada table 4.27.

Tabel 4. 27 Rician RAB At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000
Sumber : Analisa penulis

AT GRADE (STA 2+850 s.d STA 3+000)						
Typical	Uraian Zona Kerja	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Volume	Total Harga (Rp.)	Bobot
Mainroad	AT GRADE (STA 2+850 s.d STA 3+000)					
	PEMBERSIHAN LAHAN					
	Pembersihan Tempat Kerja	m ²	Rp. 5,679.000	43.206,241	Rp. 245.899,016,375	0,00%
	Pantronan Pohon, dia. > 30 cm	buah	Rp. 384,968.000	9,000	Rp. 3.464.712,000	0,00%
	Pantronan Pohon, dia. <= 30 cm	buah	Rp. 126,302.000	304,000	Rp. 38.395,406,000	0,00%
	PEMBUNDEKUAN					
	Pembundukan Runtu	m ³	Rp. 67,659.000	4.169,610	Rp. 282.111,965,000	0,65%
	PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTEK					
	Common Borrow Material	m ³	Rp. 303,406.000	170.464,313	Rp. 51.660,649,370,375	82,63%
	Selected Borrow Material	m ³	Rp. 359,096.000	1.362,662	Rp. 500.076,415,190	1,19%
	Geotekstil Separator (Kelas I)	m ²	Rp. 96,636.000	6.000,000	Rp. 580.855,687,335	1,38%
	SUBGRADE					
	Persipan Tanah Dasar	m ²	Rp. 6,731.000	12.217,864	Rp. 82.238,412,594	0,20%
	LAPIS FONDASI AGREGAT DAN LAPIS FONDASI AGREGAT SEMEN					
	Lapis Fondasi Agregat Kelas A	m ³	Rp. 611,641.000	1.346,271	Rp. 825.264,463,711	1,98%
	PERKERASAN					
	Perkerasan Beton Semen	m ³	Rp. 1.838,288.000	1.008,000	Rp. 1.862.995,312,000	4,42%
	Perkerasan Concrete (1+300)	m ³	Rp. 1.126,488.000	336,000	Rp. 378.566,160,000	0,90%
	PEKERJAAN LAIN-LAIN					
	Solot Sodding	m ²	Rp. 26,336.000	23.047,408	Rp. 605.074,922,942	1,50%
	Guardrail Handoran Tipe A	m	Rp. 1.323,764.000	700,940	Rp. 927.082,776,740	2,23%
	End Section Thru Beam			2,000	Rp. -	-
	Rambu/Pengaturan dan Rengstang, Tipe A-1	buah	Rp. 1.729,000.000	8,000	Rp. 13.832,000,000	0,03%
	Rambu/Pengaturan, Tipe A-3	buah	Rp. 50.994,504.000	2,000	Rp. 1.019,890,088,000	0,24%
	Marka Jalan, Tipe A (Penerapan Umum)	m ²	Rp. 347,862.000	222,400	Rp. 77.494,080,200	0,19%
	Delimitor Tipe B	buah	Rp. 93,406.000	36,000	Rp. 3.362,616,000	0,00%
	Concrete Barrier, Tipe - A	m	Rp. 1.569,291.000	367,030	Rp. 568.536,310,760	1,39%
	Patok Kilometer	buah	Rp. 1.889,021.000	2,000	Rp. 3.778,042,000	0,00%
	Pagar RUMKA, Tipe 2 (Kawat Besi)	m	Rp. 207,286.000	819,098	Rp. 169.789,566,571	0,40%
	Marka Jalan, Tipe B (Penerapan Umum)	m ²	Rp. 203,563.000	34,746	Rp. 6.972,446,825	0,01%
	Delimitor Tipe C	buah	Rp. 332,746.000	18,000	Rp. 1.989,042,800	0,00%
	TOTAL				Rp. 41.945.990.367.782	100,00%

Dapat dilihat dari table 4.27 bahwasannya pekerjaan tanah dan geosintetik memiliki cost yang paling besar yaitu Rp. 35,741,581,472.900 dengan rincian pekerjaan common borrow material sebesar Rp. 34,660,649,370.375 lalu selected borrow material sebesar Rp.500,076,415.190 dan Geotekstil separator kelas I sebesar Rp. 580,855,687.335. Pekerjaan common borrow material memiliki bobot 82.63% lalu pekerjaan selected borrow material memiliki bobot 1,19% dan pekerjaan geotekstil separator kelas I memiliki bobot 1,38%. Sehingga item pekerjaan tanah dan geosintetik memiliki bobot total 85,20%. Maka dari itu,

pekerjaan tanah dan geosintetik ini dapat di lakukan value engineering karena memiliki bobot lebih dri 80% dari bobot total pekerjaan sebagai upaya untuk melakukan penghematan biaya konstruksi.

4.3 Tahap Kreativitas

Pada Tahap Kreativitas ini dilakukan pencarian-pencarian alternatif baru. Alternatif-alternatif didapatkan bisa dari orang yang telah berpengalaman pada bidangnya ataupun berdasarkan survey lapangan. Pencarian alternatif dilakukan sebagai upaya untuk menemukan solusi yaitu bisa mengurangi biaya konstruksi.

Pada lokasi penelitian (STA 2+850 – 3+000) terdapat beberapa kendala lahan, diantaranya sebagai berikut :

- a. SD Negeri Bawen 01
- b. Kantor Kelurahan Bawen
- c. Lapangan Demagan Asri

Ketiga lahan itu adalah tanah milik Pemerintah Daerah Kabupaten Semarang yang mana proses pembebasan lahannya membutuhkan waktu lebih lama dari lahan milik warga karena tidak mudah secara administrasi, terutama untuk lahan SD Negeri Bawen 01 dan Kantor Kelurahan Bawen harus disediakan lahan pengganti sebelum dilakukan proses pembebasan untuk pekerjaan konstruksi. Lahan tersebut (STA 2+850 – 3+000) dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. 2 Lahan STA 2+850 – 3+000 menggunakan Desain At Grade
Sumber : Data Proyek

Dari permasalahan lahan tersebut, dibutuhkan konstruksi yang tidak memerlukan lahan luas. Slab On Pile menjadi solusi untuk menjawab kendala permasalahan lahan, dengan menggunakan Slab On Pile tidak perlu membebaskan lahan yang luas karena tidak memiliki timbunan. Selain itu, Slab On Pile memiliki keunggulan diantaranya :

- a. Slab On Pile tidak memerlukan lahan yang luas, sehingga waktu pekerjaan dapat dipercepat.
- b. Tidak terpengaruh cuaca selama proses produksi, dikarenakan Slab On Pile menggunakan spun pile precast/pabrik.
- c. Spun pile yang diproduksi secara precast memiliki mutu yang lebih terjamin karena inspeksi yang lebih ketat dari pabrik.
- d. Potensi konflik sosial yang terjadi di lokasi penelitian (STA 2+850 – 2+300) lebih kecil jika menggunakan konstruksi Slab On Pile daripada timbunan, karena tidak membutuhkan lahan yang luas serta mengurangi debu yang dihasilkan dari pengiriman timbunan tanah oleh dump truck.

Gambar lahan (STA 2+850 – 3+000) menggunakan Slab On Pile dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 3 Lahan STA 2+850 – 3+000 menggunakan Desain Slab On Pile
Sumber : Analisa Penulis

Pada penelitian ini, alternatif yang digunakan untuk menggantikan timbunan At Grade adalah dengan menggunakan struktur elevated berupa slab on pile dengan

tiang pancang berupa spun pile. Dapat dilihat perbedaan dari gambar 4.2 dengan 4.3 lahan yang dibutuhkan untuk pekerjaan konstruksi lebih sedikit menggunakan desain Slab On Pile, maka dari itu pekerjaan dapat lebih cepat dan lebih murah. Perencanaan anggaran biaya (RAB) pada pekerjaan STA Mainroad 2+850 s.d 3+000 menggunakan struktur pondasi Slab On Pile (SOP), dimana hasil perhitungan anggaran biaya dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4. 28 RAB At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000 dengan Slab On Pile
Sumber : Analisa penulis

SLAB ON PILE (STA 2+850 s.d 3+000)			
Typical	Uraian Zona Kerja	Total Harga (Rp.)	Bobot
Main Road	STRUKTUR PILESLAB STA 2+850 - 3+000		
	PEMBERSIHAN LAHAN	Rp 6,498,813,079.308	20.02%
	PERKERASAN	Rp 1,352,795,699.913	4.17%
	STRUKTUR BETON	Rp 24,615,069,163.430	75.82%
	TOTAL	Rp 32,466,677,942.650	100.00%

Sedangkan perhitungan secara rinci Analisa anggaran biaya dapat dilihat pada tabel 4.29

Tabel 4. 29 Rician RAB At Grade STA Mainroad 2+850 s.d 3+000 dengan Slab On Pile
Sumber : Analisa penulis

SLAB ON PILE (STA 2+850 s.d 3+000)						
Typical	Uraian Zona Kerja	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Volume	Total Harga (Rp.)	Bobot
	STRUKTUR PILESLAB STA 2+850 - 3+000					
	PEMBERSIHAN LAHAN				6,498,813,079.31	20%
	Pembersihan Tempel Kerja	m ²	126.302	51,454.554	6,498,813,079.31	20%
	PERKERASAN				1,352,795,699.91	4.167%
	Bitumen Lapis Perekat (Tack Coat)	kg	20.808	1,053.000	21,910,824.00	0.067%
	Asphalt Concrete Wearing Course	ton	1,981.690	379.358	751,770,634.74	2.316%
	Bahan Anti Pengelupasan	kg	15.000	72.657	1,089,855.00	0.003%
	Aspal Performance Grade 75	ton	23,866.567	24.219	578,024,986.17	1.780%
	STRUKTUR BETON				24,615,069,163.43	75.816%
	Beton Struktur Kelas B (Beton Penghalang)	m ³	1,464.356	123.600	180,994,401.60	0.557%
	- 50 - 60			123.600		0.000%
	Botang Baja Tulangan Strip B1TS 420B	kg	22.672	640,913.840	14,530,798,580.48	44.756%
	Sambungan Sier Muai Tipe F (Strip Seal Joint)	m ¹	4,250.000	23.400	99,450,000.00	0.306%
	Pipa Drainase D=20cm dengan fitting dan penompang	m ¹	269.573	300.000	80,871,900.00	0.249%
	Deck Drain Tipe 1 dengan pelengkap	bush	1,243.341	48.000	59,680,368.00	0.184%
	Beton Struktur Kelas B-1-3b (Kepala Pier Beton Bertulang sebagai Pile Slab)	m ³	1,464.356	753.844	1,103,896,611.65	3.400%
	- Pilehead 50 - 60			753.844		
	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang di atas Tiang Pancang)	m ³	1,464.356	1,118.889	1,638,451,899.70	5.047%
	- Pilelab 50 - 60			1,118.889		
	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat Berongga Pretensioned, Dia. 80 cm	m ¹	1,674.346	3,840.000	6,429,488,640.00	19.803%
	Pemasangan Tiang Pancang Beton Bulat Berongga Pretensioned, Dia. 80 cm	m ¹	89.568	2,576.000	230,727,168.00	0.711%
	Preboring Dia. 80 cm	m ¹	283.980	920.000	260,709,600.00	0.803%
					Rp 32,466,677,942.65	100.00%

Dapat dilihat pada tabel 4.29 bahwa pekerjaan pondasi Slab On Pile pada STA Mainroad 2+850 s.d 3+000 memiliki Analisa biaya total sebesar Rp.32.466.677.942(tiga puluh dua milyar empat ratus enam puluh enam juta enam ratus tujuh puluh tujuh ribu sembilan ratus empat puluh dua rupiah) dengan pekerjaan paling besar terletak pada pekerjaan struktur beton yaitu sebesar Rp.24.615.069.163,43 (75.82 % dari analisa harga total) dan nilai pekerjaan paling kecil terletak pada pekerjaan perkerasan jalan, yaitu sebesar Rp.1.352.795.699,91 (4,167% dari analisa harga total).

4.3.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan akan kami tampilkan pada gambar dan tabel, yaitu sebagai berikut.

4.3.1.1 Perhitungan Volume Track Coat

Tabel 4. 30 Rician Perhitungan Volume Tack Coat
Sumber : Analisa penulis

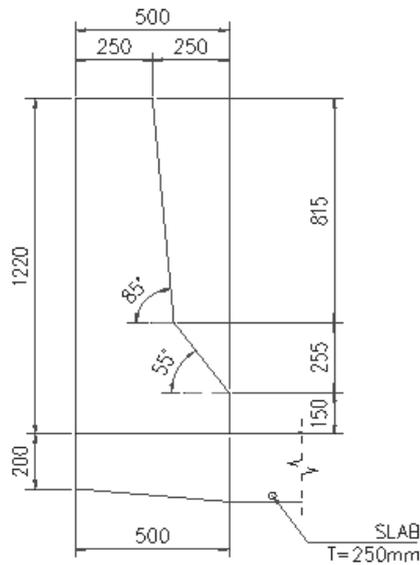
No	Notasi Struktur			Lebar m	Panjang m	Luas m ²	Koef kg/m ²	Volume Tack Coat		Keterangan
	Type	Kode	Lokasi					kg		
1	Track Coat		STA 2+850.000	23.400	50.000	1.170.000	0.300	351.000		
2	Track Coat		STA 2+900.000	23.400	50.000	1.170.000	0.300	351.000		
3	Track Coat		STA 2+950.000	23.400	50.000	1.170.000	0.300	351.000		
4	Track Coat		STA 3+000.000	23.400	50.000	1.170.000	0.300	351.000		
								1.053.000	kg	

4.3.1.2 Perhitungan Volume Track Coat

Tabel 4. 31 Rician Perhitungan Volume Anti Pengelupasan dan AC-WC
Sumber : Analisa penulis

No	Notasi Struktur			Lebar m	Panjang m	Luas m ²	Tebal m	Berat Jenis ton/m ³	Volume Hortek ton	Asphalt Content %	Vol. Aspal Peri 93/78 ton	Anti Pengelupasan %	Bahan Anti Pengelupasan kg	Volume ACWC ton	Keterangan
	Type	Kode	Lokasi												
1	ACWC		STA 2+850.000	23.400	50.000	1.170.000	0.090	2.30	134.550	6.00	8.073	0.300	24.219	126.453	
2	ACWC		STA 2+900.000	23.400	50.000	1.170.000	0.090	2.30	134.550	6.00	8.073	0.300	24.219	126.453	
3	ACWC		STA 2+950.000	23.400	50.000	1.170.000	0.090	2.30	134.550	6.00	8.073	0.300	24.219	126.453	
4	ACWC		STA 3+000.000	23.400	50.000	1.170.000	0.090	2.30	134.550	6.00	8.073	0.300	24.219	126.453	
								463.658			24.219		72.657	379.358	

4.3.1.3 Perhitungan Volume Beton Penghalang

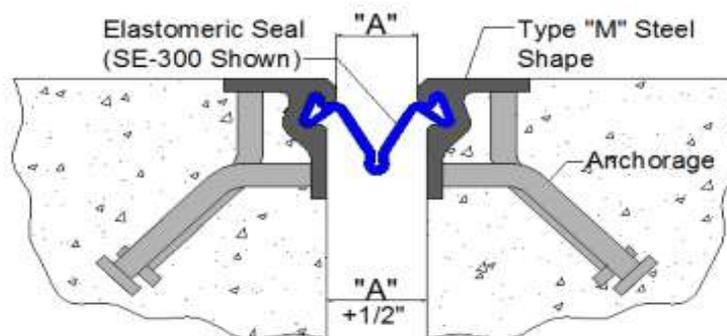


Gambar 4. 4 Beton Penghalang Tepi Jalan
Sumber : Data Proyek

Tabel 4. 32 Rician Perhitungan Volume Beton Penghalang
Sumber : Analisa penulis

LOKASI	SKET	DIMENSI / PERHITUNGAN					VOLUME	KETERANGAN
		PANJANG	LEBAR	AREA	TINGGI	JMLH		
		m'	m'	m ²	m'	bh	m ³	
		i	ii	iii	iv		v=i*ii*iv	
Beton Struktur Kelas B (Beton Penghalang)								
BETON PENGHALANG (STA 2+850-3+000)								
1.	Tepi	150,000		0,412		2	123,600	
JUMLAH							123,600 m ³	

4.3.1.4 Perhitungan Volume Strip Seal Joint



Gambar 4. 5 Strip Seal Joint
Sumber : Data Proyek

Tabel 4. 33 Rician Perhitungan Volume Strip Seal Joint
Sumber : Analisa penulis

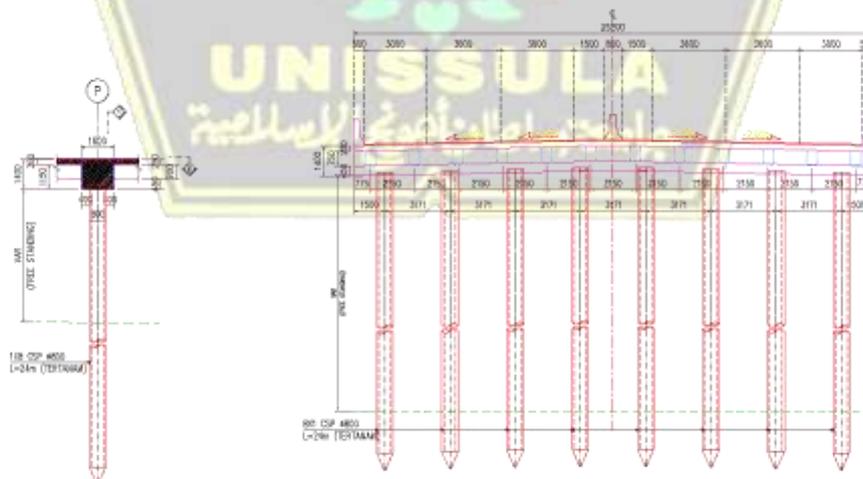
LOKASI	ITEM PEKERJAAN	DIMENSI / PERHITUNGAN					KETERANGAN	
		PANJANG		LEBAR	TINGGI	JMLH		VOLUME
		m'	m'	m'	m'	bh		m'
		i	ii	iii	iv	v	vi	
	Sambungan Sar Muai Tipe F (Strip Seal Joint)							
EJ4		11,700					11,700 Jalur Yogyakarta	
		11,700					11,700 Jalur Bawen	
	JUMLAH						23,400 m'	

4.3.1.5 Perhitungan Volume Baja Tulangan Sirip 420B

Tabel 4. 34 Rician Perhitungan Volume Baja Tulangan Sirip 420B
Sumber : Analisa penulis

BACK UP QUANTITY MCO					
MENGGUNAKAN RASIO					
NO	NAMA ITEM PEMBAYARAN	RASIO BESI (Kg)	VOLUME BETON (m ³)	TOTAL (Kg/m ³)	KETERANGAN
1	Beton Struktur Kelas A-2/5 (Kepala Pier Beton Protekan - Portal)	350.000	-	-	-
2	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton bertulang dari gelagar beton protekan UV)	226.564	-	-	-
3	Beton Struktur Kelas B-1-2 (Diafragma dari Gelagar Beton Protekan UV)	137.680	-	-	-
4	Beton Struktur Kelas B-1-3a (Kepala Pier Beton Bertulang)	303.855	-	-	-
5	Beton Struktur Kelas B-1-4d (Kolom Beton Bertulang dari Pier Tipe Portal)	350.910	-	-	-
6	Beton Struktur Kelas B-1-4e (Abutmen, Telapak Pier, Dinding Penahan Tanah, Pelat Injak)	300.000	-	-	-
7	Beton Struktur Kelas B (Beton Penghalang)	145.001	123.600	17.922.073	-
8	Beton Struktur Kelas C-2 (Gorong-gorong Kotak dan Box Underpass)	201.507	-	-	-
9	Beton Struktur Kelas C-4 (Pelat Pracetak untuk Lantai Jembatan)	128.681	-	-	-
10	Beton Struktur Kelas B-1-3b (Kepala Pier Beton Bertulang sebagai Pile Slab)	303.855	1.289.660	391.869.907	-
11	Beton Struktur Kelas B-1-4c (Kolom Beton Bertulang dari Pier Tipe T)	350.910	-	-	-
12	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang di atas Tiang Pancang)	206.564	1.118.889	231.121.860	-
	JUMLAH			640.913.840 kg	

4.3.1.6 Perhitungan Volume Beton Pile Head

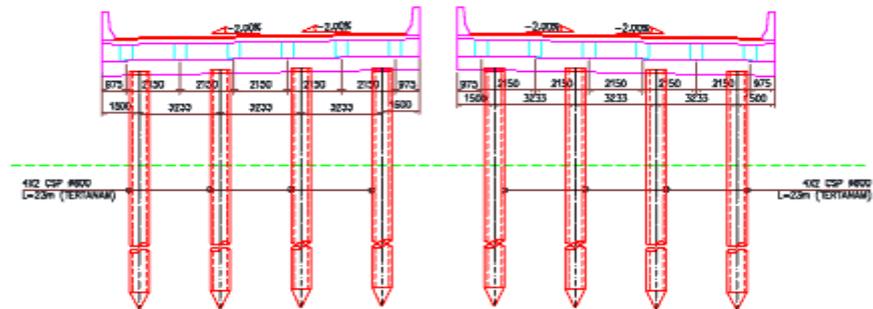


Gambar 4. 6 Beton Struktur Pile Head
Sumber : Data Proyek

Tabel 4. 35 Rician Perhitungan Volume Pile head
Sumber : Analisa penulis

LOKASI	SKET	DIMENSI / PERHITUNGAN						KETERANGAN	
		PANJANG	LEBAR	AREA	TINGGI	JMLH	VOLUME		
		m'	m'	m ²	m'	bh	m ³		
Beton Struktural Kelas B-1-3b (Kepala Pier Beton Bertulang sebagai Pile Slab)									
PILE HEAD (PILE SLAB INTEGRAL 12 m STA 2+850-STA3+000)									
1	9G		25.400	1.600		1.151	1	46.777	
2	5H		25.400	1.600		1.151	1	46.777	
3	5I		25.400	1.600		1.151	1	46.777	
4	E.J		25.400		6.590	1.151	1	192.647	Assesby CAD
5	6A		25.400	1.600		1.151	1	46.777	
6	6B		25.400	1.600		1.151	1	46.777	
7	6D		25.400	1.600		1.151	1	46.777	
8	6D		25.400	1.600		1.151	1	46.756	
9	6E		25.400	1.600		1.151	1	46.756	
10	6F		25.400	1.600		1.151	1	46.756	
11	6G		25.400	1.600		1.151	1	46.756	
12	6H		25.400	1.600		1.151	1	46.756	
13	6I		25.400	1.600		1.151	1	46.756	
TOTAL								753.844	m³

4.3.1.7 Perhitungan Volume Beton Pile Head



Gambar 4. 7 Beton Struktur Pile Slab
Sumber : Data Proyek

Tabel 4. 36 Rician Perhitungan Volume Pile Slab
Sumber : Analisa penulis

LOKASI	SKET	DIMENSI/PERHITUNGAN					KETERANGAN
		PANJANG m	LEBAR m	AREA m ²	TINGGI m	JMLH bh	
		i	ii	iii	iv	v=Pi*H	
Beton Struktur Kelas 0-1-3b (Kepala Pier Beton Bertulang sebagai Pile Slab)							
SLAB (PILE SLAB 50-60)							
1	50-5H	25.400	12.000		0.250	1	76.200
2	5H-5I	25.400	12.000		0.250	1	76.200
3	5I-EJ4	25.400	10.100		0.250	1	64.135
4	EJ4-6A	25.400	12.000		0.250	1	76.200
5	6A-6B	25.400	12.000		0.250	1	76.200
6	6B-6C	25.400	12.000		0.250	1	76.200
7	6C-6D	25.400	12.000		0.250	1	76.200
8	6D-6E	25.400	12.000		0.250	1	76.200
9	6E-6F	25.400	12.000		0.250	1	76.200
10	6F-60	25.400	12.000		0.250	1	76.200
11	60-6H	25.400	12.000		0.250	1	76.200
12	6H-6I	25.400	12.000		0.250	1	76.200
JMLAH							902.335 m³

4.4 Tahap Evaluasi

4.4.1 Perbandingan Biaya Langsung

Pada tahap evaluasi, kami akan mengevaluasi analisa harga antara pekerjaan Mainroad STA 2+850 s/d 3+000 dengan timbunan dan slab on pile untuk mengetahui harga yang paling efisien dalam pelaksanaan pekerjaan. Berikut adalah analisis biaya dan waktu antara pekerjaan Mainroad STA 2+850 s/d 3+000 dengan timbunan dan slab on pile pada tabel 4.37 dan tabel 4.38.

Tabel 4. 37 Analisa Biaya dan Waktu Pekerjaan At Grade
Sumber : Analisa Penulis

AT GRADE 2A (STA 2+850 s.d STA 3+000)				
Typical	Uraian Zona Kerja	Total Harga (Rp.)	Waktu (Hari)	
Main Road	AT GRADE 2A (STA 2+850 s.d STA 3+000)			
	PEMBERSIHAN LAHAN			
	Pembersihan Tempat Kerja	Rp 251,999,016.379	30	
	Pemotongan Pohon, dia. > 30 cm	Rp 3,464,712.000	20	
	Pemotongan Pohon, dia. > 15 - 30 cm	Rp 13,135,408.000	18	
	PEMBONGKARAN			
	Pembongkaran Rumah	Rp 282,111,665.081	30	
	PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK			
	Common Borrow Material	Rp 34,660,649,370.375	110	
	Selected Borrow Material	Rp 500,076,415.190	7	
	Geotekstil Separator (Kelas 1)	Rp 580,855,687.335	4	
	SUBGRADE			
	Persiapan Tanah Dasar	Rp 82,238,442.584	7	
	LAPIS FONDASI AGREGAT DAN LAPIS FONDASI AGREGAT SEMEN			
	Lapis Fondasi Agregat Kelas A	Rp 825,269,463.711	7	
	PERKERASAN			
	Perkerasan Beton Semen	Rp 1,852,995,312.000	5	
	Wet Lean Concrete (t=10cm)	Rp 378,566,160.000	10	
	PEKERJAAN LAIN-LAIN			
	Solid Sodding	Rp 653,071,922.642	35	
	Guardrail Kendaraan Tipe A	Rp 927,082,778.740	7	
	End Section Thrie Beam	Rp -		
	Rambu Pengaturan dan Peringatan, Tipe A-1	Rp 9,264,000.000	7	
	Rambu Petunjuk Tipe A-3	Rp 101,989,008.000	7	
	Marka Jalan, Tipe A (Penerapan Umum)	Rp 77,434,081.200	7	
	Delineator Tipe B	Rp 3,362,616.000	7	
	Concrete Barrier, Tipe - A	Rp 559,535,310.760	21	
	Patok Kilometer	Rp 3,778,056.000	7	
	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	Rp 169,787,506.571	30	
	Marka Jalan, Tipe B (Penerapan Umum)	Rp 6,971,249.815	7	
	Delineator Tipe C	Rp 1,952,185.400	7	
	TOTAL	Rp 41,945,590,367.782	364 (by Ms. Project)	

Maka, dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan pondasi Slab On Pile pada lingkup pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 – 3+000 Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 6 ini lebih efisien dalam segi harga pelaksanaan, dimana dapat menghemat anggaran sebesar Rp. 9.478.912.425,78 (Sembilan Milyar Empat Ratus Tujuh Puluh Delapan Juta Sembilan Ratus Dua Belas Ribu Empat Ratus Dua Puluh Lima Rupiah).

4.4.2 Perbandingan Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung pada proyek konstruksi adalah biaya yang tidak terkait langsung dengan proyek tertentu, tetapi diperlukan untuk keseluruhan operasi. Biaya tidak langsung pada proyek bisa meliputi:

- a. Biaya Manajemen Proyek
- b. Biaya Alat Penunjang
- c. Biaya Sosial
- d. Biaya Marketing

4.4.2.1 Biaya Manajemen Proyek

Biaya manajemen proyek adalah proses untuk merencanakan dan mengelola anggaran proyek, termasuk memperkirakan, menganggarkan, dan mengendalikan biaya. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan anggaran yang telah disepakati. Contoh dari biaya manajemen proyek adalah gaji staff proyek. Berikut merupakan asumsi total gaji personil perbulan yang dikeluarkan proyek dapat dilihat pada tabel 4.40.

Tabel 4. 40 Total Gaji per Bulan Personil
Sumber : Analisa penulis

Jabatan	Gaji/Bulan	Jumlah Personil	Total Gaji
Project Manager	Rp 15,000,000.000	1	Rp 15,000,000.000
Manager	Rp 10,000,000.000	7	Rp 70,000,000.000
Staff Engineering	Rp 4,000,000.000	10	Rp 40,000,000.000
Staff Komersial	Rp 4,000,000.000	15	Rp 60,000,000.000
Supervisor	Rp 5,500,000.000	5	Rp 27,500,000.000
Surveyor	Rp 4,500,000.000	8	Rp 36,000,000.000
HSE	Rp 4,000,000.000	4	Rp 16,000,000.000
GAJI TOTAL/BULAN		50	Rp 264,500,000.000

Jumlah gaji yang dikeluarkan proyek untuk 50 personil sebesar Rp. 264.500.000 (Dua Ratus Enam Puluh Empat Juta Rupiah) per bulan. Terdapat perbedaan waktu 59 hari antara pekerjaan timbunan dengan slab on pile yang berpengaruh pada total biaya tidak langsung pada proyek. Pada pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 memiliki durasi waktu 364 hari atau jika di konversikan menjadi bulan ada 12 bulan. Gaji yang dikeluarkan proyek untuk 50 personil nya adalah Rp. 264.500.000 (Dua Ratus Enam Puluh Empat Juta Rupiah) per bulan. Maka, biaya gaji personil untuk pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 sebesar Rp. 3.174.000.000 (Tiga Milyar Seratus Tujuh Puluh Empat Juta Rupiah). Biaya tidak langsung manajemen proyek pada pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.41.

Tabel 4. 41 Biaya Tidak Langsung Manajemen Proyek Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Tidak Langsung Manajemen Proyek Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000			
Gaji Total/Bulan	Durasi Pekerjaan (Hari)	Durasi Pekerjaan (Bulan)	Total Biaya
Rp264,500,000.000	364	12	Rp3,174,000,000.000

Pada pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 memiliki durasi waktu 305 hari atau jika di konversikan menjadi bulan ada 10 bulan. Gaji yang dikeluarkan proyek untuk 50 personil nya adalah Rp. 264.500.000 (Dua Ratus Enam Puluh Empat Juta Rupiah) per bulan. Maka, biaya gaji personil untuk pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 sebesar Rp. 2.645.000.000 (Dua Milyar Enam Ratus Empat Puluh Lima Juta Rupiah). Biaya tidak langsung manajemen proyek pada pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.42.

Tabel 4. 42 Biaya Tidak Langsung Manajemen Proyek Pada Pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 - 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Tidak Langsung Manajemen Proyek Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000			
Gaji Total/Bulan	Durasi Pekerjaan (Hari)	Durasi Pekerjaan (Bulan)	Total Biaya
Rp264,500,000.000	305	10	Rp2,645,000,000.000

Pengaruh biaya manajemen proyek karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile didapatkan dari total gaji selama durasi proyek pekerjaan At Grade dikurangi dengan total gaji selama durasi proyek pekerjaan Slab On Pile, yaitu sebesar Rp. 529.000.000 (Lima Ratus Dua Puluh Sembilan Juta Rupiah). Pengaruh biaya manajemen proyek karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile dapat dilihat pada tabel 4.43.

Tabel 4. 43 Pengaruh biaya manajemen proyek karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile

Sumber : Analisa penulis

Metode Pekerjaan	Durasi Proyek (Bulan)	Total Gaji/Durasi Proyek	Total Biaya
a	b	c	b x c
At Grade	12	Rp 264,500,000.000	Rp 3,174,000,000.000
Slab On Pile	10	Rp 264,500,000.000	Rp 2,645,000,000.000
Deviasi	2		Rp 529,000,000.000

4.4.2.2 Biaya Alat Penunjang

Air dan listrik adalah salah satu komponen yang penting dalam proyek, air memiliki banyak fungsi seperti mengurangi polusi debu, begitu pula listrik yang dihasilkan dari genset memiliki fungsi untuk tetap memberikan asupan listrik pada barang-barang yang memang membutuhkan listrik.

Biaya alat penunjang dari pekerjaan at grade sta 2+850 – 3+000 adalah sebesar Rp 2.156.044.800 (Dua Milyar Seratus Lima Pulu Enam Juta Empat Pulih Empat Ribu Delapan Ratus Rupiah) terdiri dari biaya listrik yang dihasilkan dari generator sebesar 135 KVA serta biaya air dan water tank truck untuk mengurangi debu. Berikut adalah biaya tidak langsung alat penunjang pada pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.44.

Tabel 4. 44 Biaya Tidak Langsung Alat Penunjang Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Tidak Langsung Alat Penunjang Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000				
Alat	Harga Satuan/Jam	Jumlah Jam Kerja/Hari (jam)	Durasi Pekerjaan (Hari)	Total Biaya
Generator set 135 KVA	Rp 410,200.000	8	364	Rp 1,194,502,400.000
Water Tank Truk 4000 l	Rp 255,200.000	8	364	Rp 743,142,400.000
Biaya Tidak Langsung Bahan Penunjang Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000				
Bahan	Harga Satuan/Liter	Volume/Hari (Liter)	Durasi Pekerjaan (Hari)	Total Biaya
Air	200	3000	364	Rp 218,400,000.000
Total Biaya Tidak Langsung Alat dan Bahan Penunjang				Rp 2,156,044,800.000

Biaya alat penunjang dari pekerjaan slab on pile sta 2+850 – 3+000 adalah sebesar Rp 1.806.576.000 (Satu Milyar Delapan Ratus Enam Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Rupiah) terdiri dari biaya listrik yang dihasilkan dari generator sebesar 135 KVA serta biaya air dan water tank truck untuk mengurangi debu. Berikut adalah biaya tidak langsung alat penunjang pada pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.45.

Tabel 4. 45 Biaya Tidak Langsung Alat Penunjang Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Tidak Langsung Alat Penunjang Pada Pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 - 3+000				
Alat	Harga Satuan/Jam	Jumlah Jam Kerja/Hari (jam)	Durasi Pekerjaan (Hari)	Total Biaya
Generator set 135 KVA	Rp 410,200.000	8	305	Rp 1,000,888,000.000
Water Tank Truk 4000 l	Rp 255,200.000	8	305	Rp 622,688,000.000
Biaya Tidak Langsung Bahan Penunjang Pada Pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 - 3+000				
Bahan	Harga Satuan/Liter	Volume/Hari (Liter)	Durasi Pekerjaan (Hari)	Total Biaya
Air	200	3000	305	Rp 183,000,000.000
Total Biaya Tidak Langsung Alat dan Bahan Penunjang				Rp 1,806,576,000.000

Pengaruh biaya alat penunjang karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile didapatkan dari total biaya alat penunjang selama durasi proyek pekerjaan At Grade dikurangi dengan total total biaya alat penunjang selama durasi proyek pekerjaan Slab On Pile, yaitu sebesar Rp. 349.468.800 (Tiga Ratus

Empat Puluh Sembilan Juta Empat Ratus Enam Puluh Delapan Ribu Delapan Ratus Rupiah). Pengaruh biaya alat penunjang karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile dapat dilihat pada tabel 4.46.

Tabel 4. 46 Pengaruh biaya alat penunjang karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile
Sumber : Analisa penulis

Metode Pekerjaan	Durasi Proyek (Hari)	Biaya Alat Penunjang
a	b	d
At Grade	364	Rp 2,156,044,800.000
Slab On Pile	305	Rp 1,806,576,000.000
Deviasi	59	Rp 349,468,800.000

4.4.2.3 Biaya Sosial

Biaya yang harus dikeluarkan proyek sebagai kompensasi atas dampak pelaksanaan pekerjaan konstruksi terhadap lingkungan dan masyarakat. Biaya sosial dapat meliputi:

a. Sewa lahan untuk jalan akses

Dalam pelaksanaan pekerjaan jalan akses, seringkali terkendala lahan yang belum atau tidak dibebaskan. Maka dari itu, diperlukan sewa lahan untuk dibuat jalan akses menuju lokasi pekerjaan. Dalam penelitian ini diasumsikan harga sewa lahan per meter persegi adalah Rp. 5000 per bulan dan asumsi lahan yang disewa untuk kebutuhan jalan akses adalah 500m². Biaya yang dibutuhkan untuk sewa lahan pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 adalah Rp. 30.000.000 (Tiga Puluh Juta Rupiah) dan biaya yang dibutuhkan untuk sewa lahan pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 adalah Rp. 25.000.000 (Dua Puluh Lima Juta Rupiah). Biaya yang dibutuhkan untuk sewa lahan pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.47.

Tabel 4. 47 Biaya Sewa Lahan Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Sewa Lahan Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000			
Luas Sewa Lahan (M ²)	Harga Sewa/M ² /Bulan	Durasi Pekerjaan (Bulan)	Total Harga Sewa Lahan
500	Rp 5,000.000	12	Rp 30,000,000.000
TOTAL			Rp 30,000,000.000
Biaya Sewa Lahan Pada Pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 - 3+000			
Luas Sewa Lahan (M ²)	Harga Sewa/M ² /Bulan	Durasi Pekerjaan (Bulan)	Total Harga Sewa Lahan
500	Rp 5,000.000	10	Rp 25,000,000.000
TOTAL			Rp 25,000,000.000

b. Partisipasi lingkungan masyarakat (keamanan dan kebersihan)

Untuk menjaga hubungan dengan lingkungan masyarakat yang terdampak proyek, diperlukan biaya-biaya partisipasi yang berkaitan dengan lingkungan masyarakat seperti partisipasi keamanan dan kebersihan. Asumsi yang dilakukan dalam biaya partisipasi adalah Rp 1.000.000 (Satu Juta Rupiah) per desa per bulan yang terkena dampak pekerjaan proyek. Biaya partisipasi lingkungan pada pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 sebesar Rp. 24.000.000 (Dua Puluh Empat Juta Rupiah) dan biaya untuk pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 adalah sebesar Rp. 20.000.000 (Dua Puluh Juta Rupiah) Biaya yang dibutuhkan untuk partisipasi lingkungan pada pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.48.

Tabel 4. 48 Biaya Partisipasi Lingkungan Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Partisipasi Lingkungan Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000				
Partisipasi	Partisipasi/Desa/Bulan	Jumlah Desa Terdampak	Durasi Pekerjaan (Bulan)	Total Harga Sewa Lahan
Keamanan	Rp 1,000,000.000	1	12	Rp 12,000,000.000
Kebersihan	Rp 1,000,000.000	1	12	Rp 12,000,000.000
TOTAL				Rp 24,000,000.000
Biaya Partisipasi Lingkungan Pada Pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 - 3+000				
Partisipasi	Partisipasi/Desa/Bulan	Jumlah Desa Terdampak	Durasi Pekerjaan (Bulan)	Total Harga Sewa Lahan
Keamanan	Rp 1,000,000.000	1	10	Rp 10,000,000.000
Kebersihan	Rp 1,000,000.000	1	10	Rp 10,000,000.000
TOTAL				Rp 20,000,000.000

c. CSR (Corporate Social Responsibility)

Corporate Social Responsibility adalah tanggung jawab sosial perusahaan atau kontribusi perusahaan pada kesejahteraan sosial dan lingkungan diluar keuntungan ekonomi. Salah satu aspek utama CSR adalah mendukung pendidikan, kesehatan, dan pembangunan sarana prasarana di lingkungan sekitar perusahaan. Asumsi CSR pada penelitian ini adalah pengajuan proposal dari desa terdampak untuk perbaikan jalan paving sebesar Rp 15.000.000 (Lima Belas Juta Rupiah) sebanyak satu kali. Biaya CSR pada pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 dan pada pekerjaan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.49

Tabel 4. 49 Biaya CSR Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya CSR Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000		
Item Proposal	Biaya Item Proposal	Total Harga Sewa Lahan
Perbaikan Jalan Paving	Rp 15,000,000.000	Rp 15,000,000.000
TOTAL		Rp 15,000,000.000
Biaya CSR Pada Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000		
Item Proposal	Biaya Item Proposal	Total Harga Sewa Lahan
Perbaikan Jalan Paving	Rp 15,000,000.000	Rp 15,000,000.000
TOTAL		Rp 15,000,000.000

Total keseluruhan biaya sosial yang terdiri dari biaya sewa lahan, biaya partisipasi lingkungan dan biaya CSR pada pekerjaan At Grade STA 2+850 – 3+000 adalah Rp. 69.000.000 (Enam Puluh Sembilan Juta Rupiah) dan total keseluruhan biaya sosial pada pekerjaan Slabb On Pile STA 2+850 – 3+000 adalah Rp. 60.000.000 (Enam Puluh Juta Rupiah). Terdapat deviasi sebesar Rp 9.000.000 pada biaya sosial dimana pekerjaan dengan Slab On Pile memiliki jumlah total biaya sosial yang lebih efisien dibandingkan dengan pekerjaan At Grade. Pengaruh perbandingan biaya sosial karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile dapat dilihat pada tabel 4.50

Tabel 4. 50 Pengaruh biaya sosial karena percepatan waktu dari pekerjaan At Grade menjadi Slab On Pile

Sumber : Analisa penulis

BIAYA SOSIAL				
Metode Pekerjaan	Biaya Sewa Lahan	Biaya Partisipasi Lingkungan	Biaya CSR	Total Biaya Sosial
a	b	c	d	a+b+c+d
At Grade	Rp30,000,000.000	Rp 24,000,000.000	Rp 15,000,000.000	Rp 69,000,000.000
Slab On Pile	Rp25,000,000.000	Rp 20,000,000.000	Rp 15,000,000.000	Rp 60,000,000.000
Deviasi				Rp 9,000,000.000

4.4.2.4 Biaya Entertainment

Biaya entertainment adalah biaya yang keluar dalam rangka memberikan fasilitas jamuan seperti konsumsi dan tiket transportasi kepada pihak-pihak untuk mendukung kelancaran proyek, seperti ketika ada kunjungan dari Kementerian PUPR selaku owner, kunjungan Menteri-menteri dan sebagainya. Namun menurut Peraturan Menteri Keuangan (PMK) Nomor 167/PMK.03/2018 yang mengatur secara spesifik pembatasan pengurangan biaya entertainment. Pada penelitian ini diasumsikan biaya entertainment adalah 0,15% dari analisa harga langsung. Sehingga didapat biaya entertainment dari pekerjaan at grade dan slab on pile STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.51

Tabel 4. 51 Biaya Entertainment Pada Pekerjaan At Grade dan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000

Sumber : Analisa penulis

Biaya Entertainment Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000		
Total Harga Pekerjaan	Batas Maksimal (%)	Total Biaya Entertainment
a	b	a x b
Rp 41,945,590,367.782	0.15%	Rp 62,918,385.552
TOTAL		Rp 62,918,385.552
Biaya Entertainment Pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000		
Total Harga Pekerjaan	Batas Maksimal (%)	Total Biaya Entertainment
a	b	a x b
Rp 32,466,677,942.650	0.15%	Rp 48,700,016.914
TOTAL		Rp 48,700,016.914

4.5 Hasil dan Pembahasan

Dari analisa biaya tidak langsung didapatkan hasil biaya keseluruhan dari biaya manajemen proyek, alat penunjang, biaya sosial, dan biaya entertainment dari pekerjaan At Grade STA 2+850 - 3+000 sebesar Rp 5.461.963.185,552 (Lima Milyar Empat Ratus Enam Satu Juta Sembilan Ratus Enam Puluh Tiga Ribu Seratus Delapan Puluh Lima Koma Lima Ratus Lima Puluh Dua Rupiah). Sedangkan dari pekerjaan Slab On Pile Sebesar Rp 4.560.276.016,914 (Empat Milyar Lima Ratus Enam Puluh Juta Dua Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Enam Bellas Koma Sembilan Ratus Empat Belas Rupiah). Dari hasil perhitungan total biaya tidak langsung didapatkan efisiensi biaya sebesar Rp 901.687.168,638 (Sembilan Ratus Satu Juta Enam Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Seratus Enam Puluh Delapan Koma Enam Ratus Tiga Puluh Delapan Rupiah). Perbandingan biaya tidak langsung pekerjaan At Grade dengan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 dapat dilihat pada tabel 4.52.

Tabel 4. 52 Perbandingan Biaya Tidak Langsung Pekerjaan At Grade dengan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000
Sumber : Analisa penulis

PEKERJAAN	DURASI PEKERJAAN (Hari)	BIAYA TIDAK LANGSUNG				BIAYA TOTAL
		Total Biaya Manajemen Proyek (Rupiah)	Total Biaya Alat Penunjang (Rupiah)	Total Biaya Sosial (Rupiah)	Total Biaya Entertainment (Rupiah)	
		a	b	c	d	a+b+c+d
At Grade Timbunan STA 2+850 - 3+000	364	Rp 3,174,000,000.000	Rp 2,156,044,800.000	Rp 69,000,000.000	Rp 62,918,385.552	Rp 5,461,963,185.552
Slab On Pile STA 2+850 - 3+000	305	Rp 2,645,000,000.000	Rp 1,806,576,000.000	Rp 60,000,000.000	Rp 48,700,016.914	Rp 4,560,276,016.914
Deviasi Biaya	59	Rp 529,000,000.000	Rp 349,468,800.000	Rp 9,000,000.000	Rp 14,218,368.638	Rp 901,687,168.638

Setelah deviasi biaya tidak langsung diketahui, selanjutnya di jumlahkan antara biaya langsung dan tidak langsung untuk mengetahui pengaruh perbedaan biaya akibat adanya percepatan waktu. Pengaruh biaya karena adanya percepatan waktu dapat dilihat pada tabel 4.53.

Tabel 4. 53 Pengaruh biaya karena percepatan waktu pada pekerjaan at grade dengan slab on pile STA 2+850 – 3+000
Sumber : Analisa penulis

PEKERJAAN	DURASI (Hari)	Total Biaya Langsung (Rupiah)	Total Biaya Tidak Langsung (Rupiah)	TOTAL BIAYA
		a	b	a+b
At Grade Timbunan STA 2+850 - 3+000	364	Rp 41,945,590,367.782	Rp 5,461,963,185.552	Rp 47,407,553,553.334
Slab On Pile STA 2+850 - 3+000	305	Rp 32,466,677,942.650	Rp 4,560,276,016.914	Rp 37,026,953,959.564
Deviasi Biaya	59	Rp 9,478,912,425.132	Rp 901,687,168.638	Rp 10,380,599,593.770

Dari tabel 4.53 didapatkan perbedaan biaya akibat percepatan waktu antara desain menggunakan at grade dan slab on pile adalah sebagai :

a. Pekerjaan At Grade

Durasi normal = 364 hari (a)

Biaya Langsung = Rp 41.945.590.367.782 (b)

Biaya Tidak Langsung = Rp 5.461.963.185,552 (c)

Total Biaya (d) = Rp 47.407.553.553,334 (b+c)

b. Pekerjaan Slab On Pile

Durasi normal = 305 hari (e)

Biaya Langsung = Rp 32.466.677.942,650 (f)

Biaya Tidak Langsung = Rp 4.560.276.016,914 (g)

Total Biaya (h) = Rp 37.026.953.959,564 (f+g)

c. Deviasi Pekerjaan At Grade dengan Slab On Pile

Durasi = 59 hari (a-e)

Biaya Langsung = Rp 9.478.912.425,132 (b-f)

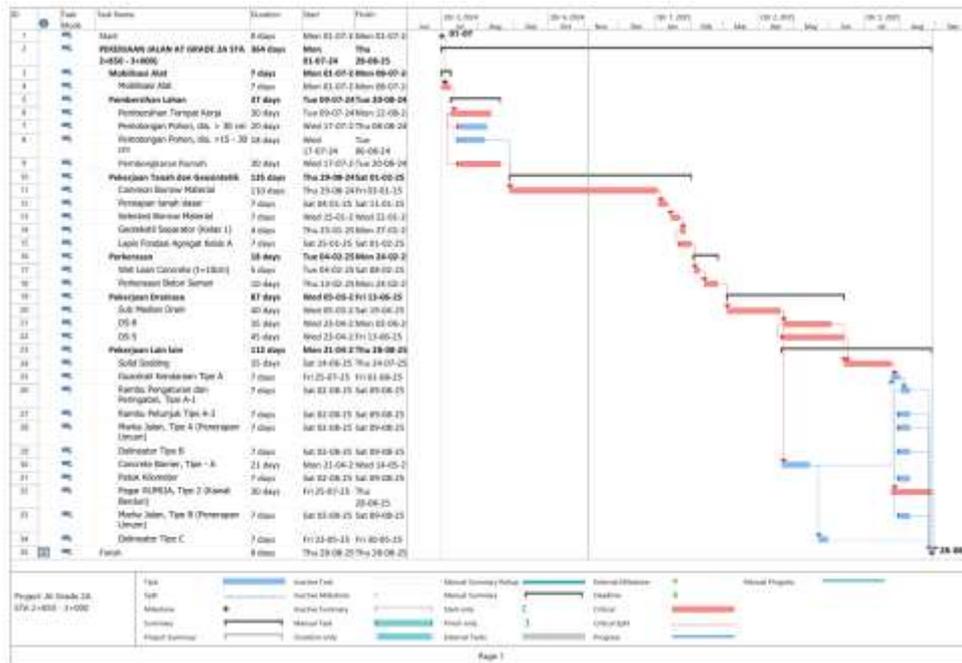
Biaya Tidak Langsung = Rp 901.687.168,638 (c-g)

Total Biaya = Rp 10.380.599.593.770 (d-h)

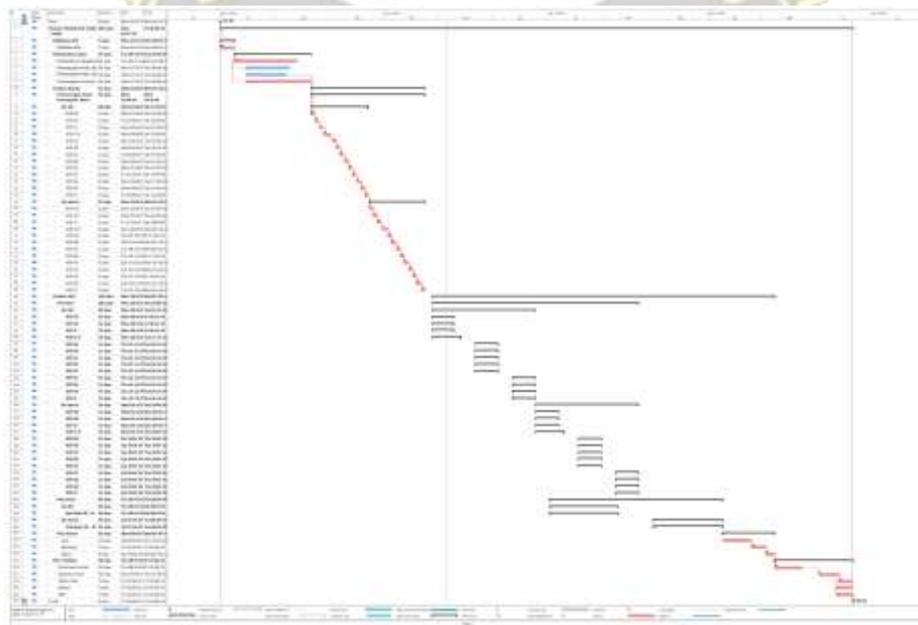
Dari hasil perbandingan biaya akibat percepatan waktu, didapatkan pekerjaan Slab On Pile dengan hasil yang lebih efisien dimana mempercepat waktu pekerjaan sebesar 59 hari dan lebih hemat biaya langsung sebesar Rp 9.478.912.425,132 (Sembilan Milyar Empat Ratus Tujuh Delapan Juta Sembilan Ratus Dua Belas Ribu Empat Ratus Dua Puluh Lima Koma Seratus Tiga Puluh Dua Rupiah), Biaya tidak langsung sebesar Rp 901.687.168,638 (Sembilan Ratus Satu Juta Enam Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Seratus Enam Puluh Delapan Koma Enam Ratus Tiga Puluh Delapan Rupiah) dan total biaya langsung dan tidak langsung sebesar Rp 10.380.599.593.770 (Sepuluh Milyar Tiga Ratus Delapan Puluh Juta Lima Ratus Sembilan Puluh Sembilan Ribu Lima Ratus Sembilan Puluh Tiga Koma Tujuh Ratus Tujuh Puluh Rupiah).

Durasi pekerjaan antara at grade dengan slab on pile didapatkan dengan software Microsoft Project. Software ini membantu breakdown durasi masing-masing pekerjaan dan menyambungkan durasi antar item pekerjaan, sehingga diperoleh total durasi dari suatu pekerjaan. Dari hasil Analisa waktu pekerjaan at grade dan

slab on pile, pekerjaan dengan Slab On Pile juga menghemat waktu pelaksanaan sebesar 59 hari. Berikut adalah hasil perbandingan waktu pelaksanaan pekerjaan antara pekerjaan at grade STA 2+850 – 3+000 dengan pekerjaan slab on pile STA 2+850 – 3+000 pada gambar 4.8 dan 4.9:



Gambar 4. 8 Schedule Pekerjaan at grade sta 2+850 – 3+000
sumber : Analisa penulis (lihat detail pada lampiran)



Gambar 4. 9 Schedule Pekerjaan slab on pile sta 2+850 – 3+000
sumber : Analisa penulis (lihat detail pada lampiran)

Dari hasil perbandingan waktu pelaksanaan pekerjaan diatas, didapatkan bahwa pekerjaan at grade STA 2+850 – 3+000 membutuhkan waktu pekerjaan selama 364 hari dengan jam kerja dari jam 08.00 – 17.00 pada hari senin – sabtu dan libur pada hari minggu. Pekerjaan timbunan dimulai pada tanggal 1 Juli 2024 dan selesai pada tanggal 28 Agustus 2025. Sedangkan untuk pekerjaan slab on pile STA 2+850 – 3+000 membutuhkan waktu pekerjaan selama 305 hari dengan jam kerja dari jam 08.00 – 17.00 pada hari senin- sabtu dan libur pada hari minggu. Pekerjaan slab on pile dimulai pada tanggal 1 juli 2024 dan selesai pada tanggal 20 Juni 2025.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Item pekerjaan yang akan dilakukan value engineering adalah pekerjaan mainroad STA 2+850 – 3+000 Proyek Konstruksi Jalan Tol Jogja – Bawen yang semula dengan timbunan tanah (At Grade) menjadi Elevated (dengan Slab On Pile). Metode value engineering yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahap analisa fungsi, tahap kreativitas dan tahap evaluasi dimana hasil dari value engineering yang dilakukan menunjukkan hasil pekerjaan mainroad dengan elevated (Slab On Pile) lebih efisien secara biaya dan waktu.
- b. Berdasarkan hasil analisa harga, didapatkan biaya langsung pekerjaan mainroad dengan at grade STA 2+850 – 3+000 sebesar Rp. 41.945.590.367,782 (Empat Puluh Satu Miliar Sembilan Ratus Empat Puluh Lima Juta Lima Ratus Sembilan Puluh Ribu Tiga Ratus Enam Puluh Tujuh Koma Tujuh Puluh Delapan Rupiah). Sedangkan analisa perhitungan mainroad dengan Slab On Pile STA 2+850 – 3+000 didapatkan biaya langsung sebesar Rp. 32.466.677.942(Tiga Puluh Dua Milyar Empat Ratus Enam Puluh Enam Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Tujuh Ribu Sembilan Ratus Empat Puluh Dua Rupiah). Sehingga penggunaan pondasi Slab On Pile pada lingkup pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 – 3+000 Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 6 ini lebih efisien dalam segi harga pelaksanaan, dimana dapat menghemat biaya langsung sebesar Rp. 9.478.912.425,78 (Sembilan Milyar Empat Ratus Tujuh Puluh Delapan Juta Sembilan Ratus Dua Belas Ribu Empat Ratus Dua Puluh Lima Rupiah).
- c. Berdasarkan hasil analisa harga, didapatkan biaya tidak langsung pekerjaan mainroad dengan at grade STA 2+850 – 3+000 sebesar Rp 5.461.963.185,552 (Lima Milyar Empat Ratus Enam Satu Juta Sembilan Ratus Enam Puluh Tiga Ribu Seratus Delapan Puluh Lima Koma Lima Ratus Lima Puluh Dua Rupiah). Sedangkan analisa perhitungan mainroad dengan Slab On Pile STA 2+850 –

3+000 didapatkan biaya tidak langsung sebesar Rp 4.560.276.016,914 (Empat Milyar Lima Ratus Enam Puluh Juta Dua Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Enam Bellas Koma Sembilan Ratus Empat Belas Rupiah). Sehingga penggunaan pondasi Slab On Pile pada lingkup pekerjaan At Grade STA Mainroad 2+850 – 3+000 Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 6 ini lebih efisien dalam segi harga pelaksanaan, dimana dapat menghemat biaya tidak langsung sebesar Rp 901.687.168,638 (Sembilan Ratus Satu Juta Enam Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Seratus Enam Puluh Delapan Koma Enam Ratus Tiga Puluh Delapan Rupiah).

- d. Dari hasil perbandingan biaya akibat percepatan waktu, didapatkan pekerjaan Slab On Pile dengan hasil yang lebih efisien dari segi harga dimana dapat menghemat total biaya langsung dan tidak langsung sebesar Rp 10.380.599.593.770 (Sepuluh Milyar Tiga Ratus Delapan Puluh Juta Lima Ratus Sembilan Puluh Sembilan Ribu Lima Ratus Sembilan Puluh Tiga Koma Tujuh Ratus Tujuh Puluh Rupiah).
- e. Dari hasil perbandingan waktu pelaksanaan pekerjaan diatas, didapatkan bahwa pekerjaan at grade STA 2+850 – 3+000 membutuhkan waktu pekerjaan selama 364 hari dengan jam kerja dari jam 08.00 – 17.00 pada hari senin – sabtu dan libur pada hari minggu. Pekerjaan timbunan dimulai pada tanggal 1 Juli 2024 dan selesai pada tanggal 28 Agustus 2025. Sedangkan untuk pekerjaan slab on pile STA 2+850 – 3+000 membutuhkan waktu pekerjaan selama 305 hari dengan jam kerja dari jam 08.00 – 17.00 pada hari senin- sabtu dan libur pada hari minggu. Pekerjaan slab on pile dimulai pada tanggal 1 juli 2024 dan selesai pada tanggal 20 Juni 2025. Maka dari itu pekerjaan slab on pile lebih menghemat 59 hari daripada pekerjaan at grade.

5.2 Saran

Proyek Konstruksi Jalan Tol Jogja-Bawen merupakan salah satu proyek strategis nasional (PSN) yang mana dalam hal ini memiliki skala prioritas yang tinggi untuk segera bisa digunakan sebagaimana fungsinya. Percepatan progres tentu perlu diterapkan untuk bisa mengejar fungsional proyek. Oleh karena itu, Value Engineering bisa diterapkan pada STA 2+850 – 3+000 dari at grade berupa

timbunan tanah menjadi elevated dengan slab on pile karena secara waktu pelaksanaan lebih cepat dan biaya yang lebih murah.



DAFTAR PUSTAKA

Alfin, M.R. 2021. *Analisa Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Pembangunan Dormitory Airlangga Surabaya*

Bambang Triatmodjo Dr. Ir. 1999. *Teknik Pantai, Beta Offset. Yogyakarta.*

Rostiyanti, S.F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi – Edisi kedua. Penerbit Rinneka Cipta. Jakarta.*

Soeharto I. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Penerbit Erlangga. Jakarta.*

Dispohusodo. Istimawan. 1995. *Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid 1. Badan Penerbit Kanisius. Yogyakarta.*

Widiasanti, Irika dan Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi. PT Remaja Rosdakarya. Bandung.*

PERATURAN WALI KOTA SEMARANG NOMOR 40 TAHUN 2023

