

**SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN RENCANA  
ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN TENGGILIS REJO – WINONGAN  
KABUPATEN PASURUAN MENGGUNAKAN METODE MANUAL  
DESAIN PERKERASAN 2017**



**Diusun Oleh :**

**AKHMAD ERVAN PRAYOGA**

**14.21.065**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2018**

**SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN RENCANA  
ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN TENGGILIS REJO – WINONGAN  
KABUPATEN PASURUAN MENGGUNAKAN METODE MANUAL  
DESAIN PERKERASAN 2017**



**Diusun Oleh :**

**AKHMAD ERVAN PRAYOGA**

**14.21.065**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2018**

**SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN RENCANA  
ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN TENGGILIS REJO – WINONGAN  
KABUPATEN PASURUAN MENGGUNAKAN METODE MANUAL  
DESAIN PERKERASAN 2017**



**Disusun Oleh :**

**AKHMAD ERVAN PRAYOGA**

**14.21.065**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN  
RENCANA ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN TENGGILIS  
REJO – WINONGAN KABUPATEN PASURUAN  
MENGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN  
PERKERASAN 2017**

**Skripsi Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 24 Agustus 2018 dan Diterima  
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil S-1**

**disusun oleh :  
AKHMAD ERVAN PRAYOGA  
14.21.065**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1**

**Sekretaris Jurusan**



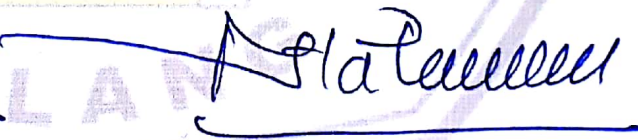
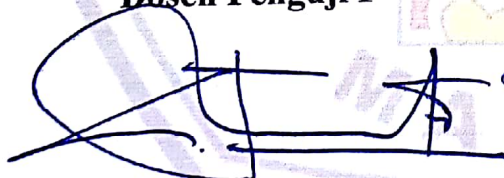
**Ir. I Wayan Mundra, MT.  
NIP. Y 1018700150**

**Ir. Munasih, MT.  
NIP. Y 1028800187**

**Anggota Penguji**

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**



**Ir. Eding Iskak Imananto, MT.  
NIP. 196605061993031004**

**Ir. Togi H. Nainggolan, MS.  
NIP. Y. 1018300052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN  
RENCANA ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN TENGGILIS  
REJO – WINONGAN KABUPATEN PASURUAN  
MENGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN  
PERKERASAN 2017**

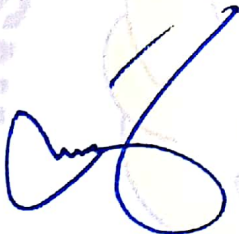
Oleh:  
**AKHMAD ERVAN PRAYOGA**  
14.21.065

Telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan  
Pada tanggal 24 Agustus 2018

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



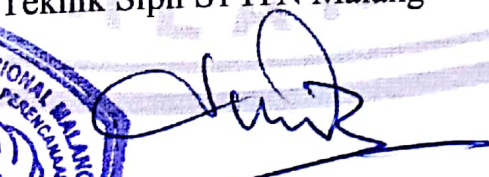
Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT.  
NIP. 196702181993031002



Annur Ma'ruf, ST., MT.  
NIP. P. 103 170 0528

Mengetahui :  
Ketua Program Studi  
Teknik Sipil S1 ITN Malang



  
Ir. I Wayan Mundra, MT  
NIP. Y. 1018700150

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Studi Perencanaan Peningkatan Jalan dan Rencana Anggaran Biaya Ruas Jalan Tenggilis Rejo – Winongan , Kab. Pasuruan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017**”. ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA. selaku Rektor Pimpinan Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. selaku DEKAN FTSP ITN Malang dan sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil ITN Malang.
4. Bapak Annur Ma'ruf ,ST. MT. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak Ibu Dosen ITN Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan guna menunjang penyusunan Skripsi ini.
6. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam menyelesaikan Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang,      Agustus 2018

Penyusun

**“STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN TENGGILIS REJO – WINONGAN, KAB. PASURUAN MENGGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017”.**

Akhmad Ervan Prayoga (NIM : 1421065), Dosen Pembimbing I: Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT, Dosen Pembimbing II : Annur Ma'ruf, ST. MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Nasional Malang.

**ABSTRAK**

Perkembangan industri di Kabupaten Pasuruan terus mengalami peningkatan. Peningkatan industri tersebut menyebabkan ruas jalan Tenggilis rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan mengalami kerusakan jalan. Berdasarkan fungsinya, ruas Jalan Tenggilis rejo – Winongan merupakan kelas jalan III dengan lebar badan jalan 5 m dan panjang  $\pm 2,35$  km yang termasuk kategori status jalan Kabupaten, sebagai ruas jalan Lokal Primer yang menghubungkan pusat perindustrian seperti industri pabrik dan tambang pasir, jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan Peraturan Pemerintah No.19/PRT/M/2011 dengan jalan lokal kelas III lebar jalur lalu lintas 2x2,50 m.

Data-data yang dibutuhkan adalah data CBR, Lalulintas Harian dan Harga Satuan Pekerjaan kabupaten Pasuruan. Data Lalulintas Harian yang dipakai tiga tahun kebelakang, tahun 2015 sampai 2017, data CBR diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Harga Satuan Pekerjaan tahun 2016. Data-data tersebut merupakan data sekunder. Metode yang digunakan pada perkerasan lentur jalan raya adalah Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya mengacu pada Analisa Harga Satuan Dasar tahun 2016.

Hasil perhitungan perencanaan peningkatan perkerasan lentur dengan umur rencana 20 tahun menunjukkan bahwa pada pelebaran jalan perkerasan menggunakan Laston didapatkan tebal perkerasan lentur jalan baru dengan lebar 1,5 m x 2 (kanan kiri) yaitu AC-WC setebal 4 cm, AC-BC setebal 6 cm, AC Base setebal 10,5 cm dan Lapis Pondasi Atas (LPA) setebal 30 cm. Sedangkan pada struktur perkerasan Eksisting perlu penambahan (*overlay*) dengan lebar 5 m setebal AC – WC tebal 4 cm, AC – BC tebal 6 cm, dan AC – Base tebal 10,5 cm.

Besar biaya yang diperlukan untuk peningkatan jalan dengan Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp 2.617.788.834,00 pada ruas Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan dengan panjang jalan 1,2 km.

Kata kunci : perkerasan lentur, metode manual desain 2017, rencana anggaran biaya

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>ix</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Identifikasi Masalah.....	2
1.3	Rumusan Masalah.....	2
1.4	Batasan Masalah.....	2
1.5	Tujuan.....	3
1.6	Manfaat.....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	Studi Terdahulu.....	4
2.2	Dasar Teori.....	5
2.2.1	Definisi Jalan Raya.....	5
2.2.2	Macam-macam Jalan.....	6
2.2.3	Perkerasan Jalan.....	8
2.3	Jenis Dan Fungsi Lapisan Perkerasan.....	10
2.3.1	Lapisan Permukaan ( <i>surface course</i> ).....	11
2.3.2	Lapisan Pondasi Bawah ( <i>subbase course</i> ).....	15



2.3.3	Lapisan Tanah Dasar ( <i>subgrade</i> ).....	16
2.4	Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan.....	16
2.5	Jenis Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan.....	17
2.6	Material Konstruksi Perkerasan.....	21
2.6.1	Agregat.....	21
2.6.2	Aspal.....	21
2.7	Umur Rencana.....	21
2.8	Lalu Lintas.....	26
2.8.1	Analisa Volume Lalu Lintas.....	26
2.8.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.....	26
2.8.3	Lalu Lintas pada Lajur Rencana.....	27
2.8.4	Faktor Ekuivalen Beban ( <i>Vehicle Damage Factor</i> ).....	27
2.8.5	Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lintas Rendah.....	31
2.9	<i>Traffic Multiplier</i> (TM).....	33
2.10	Pemilihan Struktur Perkerasan.....	33
2.11	Pengukuran Daya Dukung dengan DCP ( <i>Dynamic Cone Penetration Test</i> ).....	35
2.12	Penentuan Segmen Tanah Dasar yang Seragam.....	43
2.13	Desain Fondasi Perkerasan Lentur.....	43
2.14	Desain Perkerasan Lentur.....	45
2.15	Rencana Anggaran Biaya.....	49
2.15.1	Volume Pekerjaan.....	49
2.15.2	Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	49
2.15.3	Estimasi Biaya Kegiatan.....	52

### **BAB III METODE STUDI**

3.1	Lokasi Studi.....	54
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	56

3.3	Metode Analisa Studi.....	57
3.3.1	Kriteria Perencanaan.....	57
3.3.2	Metode Analisa Studi.....	57
3.4	Diagram Alir.....	59

#### **BAB IV PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR**

4.1	Gambaran Umum Lokasi Studi.....	61
4.2	Penetapan Kriteria Teknis Jalan.....	61
4.3	Analisa Nilai Parameter Perkerasan.....	63
4.3.1	Lintas Harian Rata – rata.....	63
4.3.2	Tingkat Pertumbuhan Lalulintas (R).....	64
4.3.3	Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL).....	67
4.4	Beban Standar Kumulatif atau <i>Cumulatif Equivalent Single Axle</i> (CESA4).....	67
4.5	<i>Traffic Multipler</i> (TM).....	71
4.6	<i>Cumulatif Equivalent Single Axle</i> (CESA5).....	71
4.7	Pondasi Jalan Minimum.....	71
4.7.1	Perhitungan CBRMewakili.....	72
4.7.2	Tebal Pondasi Minimum.....	79
4.8	Tipe perkerasan ( <i>analisis discounted whole of life cost</i> ).....	80
4.9	Menentukan Struktur Perkerasan.....	82
4.10	Struktur Eksisting.....	84
4.10.1	Kekuatan Jalan Lama.....	84

#### **BAB V RENCANA ANGGARAN BIAYA**

5.1	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	88
5.2	Harga Satuan Dasar.....	88
5.3	Perhitungan Koefisien Analisa.....	90
5.3.1	Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kelas A (LPA- A ).....	90

5.3.2	Pekerjaan Lapis Permukaan.....	94
5.4	Volume Pekerjaan.....	108
5.5	Analisa ( <i>Unit Price</i> ).....	111
5.6	Rekapitulasi Biaya.....	118

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1	Kesimpulan.....	119
6.2	Saran.....	119

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku.....	9
<b>Tabel 2.2</b>	Persyaratan Lapis Pondasi Atas.....	15
<b>Tabel 2.3</b>	Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR).....	22
<b>Tabel 2.4</b>	Ekivalen Kendaraan Ringan (EKR) untuk jalan 2/2 UD.....	23
<b>Tabel 2.5</b>	Kapasitas Dasar untuk jalan antar kota dengan 2 lajur dan 2 arah (2/2UD).....	24
<b>Tabel 2.6</b>	Faktor Penyesuaian Pengaruh Lebar Lajur Lalulintas (FCw) terhadap Kapasitas.....	24
<b>Tabel 2.7</b>	Faktor Penyesuaian Kapasitas karena Pemisaham Arah (FCSP)...	25
<b>Tabel 2.8</b>	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pengaruh Hambatan Samping (FCSF).....	25
<b>Tabel 2.9</b>	Kelas Hambatan Samping.....	25
<b>Tabel 2.10</b>	Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%).....	26
<b>Tabel 2.11</b>	Faktor Distribusi Lajur (DL).....	28
<b>Tabel 2.12</b>	Pengumpulan Data Beban Gandar.....	28
<b>Tabel 2.13</b>	Nilai VDF Masing-masing Kendaraan Niaga.....	30
<b>Tabel 2.14</b>	Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga.....	31
<b>Tabel 2.15</b>	Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah.....	33
<b>Tabel 2.16</b>	Bagan Desain -1 Indikasi Perkiraan Nilai CBR.....	43
<b>Tabel 2.17</b>	Bagan Desain – 2 Desain Fondasi Jalan Minimum(1).....	45
<b>Tabel 2.18</b>	Bagan Desain – 3 Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB.....	46
<b>Tabel 2.19</b>	Bagan Desain – 3A. Desain Perkerasan Lentur dengan HRS.....	47
<b>Tabel 2.20</b>	Bagan Desain - 3B Desain Perkerasan Lentur – aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir.....	48
<b>Tabel 2.21</b>	Bagan Desain – 3C Penyesuaian Tebal Lapis Pondasi Aggreagat A Untuk Tanah Dasar $CBR \geq 7\%$ .....	49
<b>Tabel 4.1</b>	Lalulintas Harian Rata-rata Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan Tahun 2015-2017.....	64
<b>Tabel 4.2</b>	Perhitungan Satuan Kendaaan Ringan pada Lalulintas Harian.....	64

<b>Tabel 4.3</b>	Pertumbuhan Rata-rata Lalulintas Umur Rencana 20 Tahun Ruas Tenggilis rejo – Winongan.....	66
<b>Tabel 4.4</b>	Perhitungan LHRT pada Umur rencana 5TH, 10TH , 20TH.....	67
<b>Tabel 4.5</b>	Faktor Pertumbuhan Rata-rata Lalulintas ( R ) Umur rencana 20 Tahun Ruas Tenggilis rejo – Winongan.....	68
<b>Tabel 4.6</b>	Perhitungan LHR-JK Umur Rencana 20 Tahun Ruas Tenggilis rejo –Winongan Kabupaten Pasuruan.....	69
<b>Tabel 4.7</b>	Perhitungan Beban Standar Kumulatif atau <i>Comulatif Equivalent Single Axle</i> ( CESA4 ) Umur Rencana 20 Tahun.....	70
<b>Tabel 4.8</b>	Pengujian DCP pada STA 0 + 600.....	73
<b>Tabel 4.9</b>	Nilai CBR Menggunakan Rumus dari Pedoman Bahan Kontruksi Sipil:2007 Ruas Jalan Tenggilis rejo –Winongan dengan Interval 100 meter.....	74
<b>Tabel 4.10</b>	Pengujian DCP pada STA 0+600.....	75
<b>Tabel 4.11</b>	Nilai CBR Menggunakan Rumus dari NCDOOT Ruas Jalan Tenggilis rejo – Winongan dengan Interval Jarak 100 meter.....	76
<b>Tabel 4.12</b>	Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model yang berbeda.....	77
<b>Tabel 4.13</b>	Nilai CBR Menggunakan Rumus dari Pedoman Bahan Kontruksi Sipil:2007 Ruas Jalan Tenggilis rejo –Winongan dengan Interval Jarak 100 meter.....	78
<b>Tabel 4.14</b>	Nilai CBR yang Mewakili.....	78
<b>Tabel 4.15</b>	Nilai LHRT pada Umur Rencana 40 Tahun.....	80
<b>Tabel 4.16</b>	Nilai CESA5 Pada Umur Rencana 40 Tahun.....	80
<b>Tabel 4.17</b>	Daftar Nilai Kondisi Perkerasan Lama.....	85
<b>Tabel 4.18</b>	Kekuatan Relatif (a).....	86
<b>Tabel 5.1</b>	Informasi Kegiatan Pekerjaan.....	88
<b>Tabel 5.2</b>	Daftar Harga Satuan Dasar (HSD) Upah.....	89
<b>Tabel 5.3</b>	Daftar Harga Satuan Sewa Alat.....	89
<b>Tabel 5.4</b>	Daftar Harga Satuan Bahan.....	90
<b>Tabel 5.5</b>	Volume Pekerjaan.....	113
<b>Tabel 5.6</b>	Analisa ( <i>Unit Price</i> ).....	113
<b>Tabel 5.7</b>	Rencana Anggaran Biaya.....	120

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Potongan Melintang.....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Potongan Melintang.....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Susunan Lapis Perkerasan Jalan.....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Lapisan Aspal Satu Lapis.....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Lapisan Aspal Dua Lapis.....	12
<b>Gambar 2.6</b>	Lapisan Penetrasi Macadam.....	13
<b>Gambar 2.7</b>	Retak Kulit Buaya.....	17
<b>Gambar 2.8</b>	Kegemukan.....	17
<b>Gambar 2.9</b>	Tonjolan dan Lengkungan.....	18
<b>Gambar 2.10</b>	Keriting.....	18
<b>Gambar 2.11</b>	Amblas.....	18
<b>Gambar 2.12</b>	Retak Tepi.....	19
<b>Gambar 2.13</b>	Alur ( <i>rutting</i> ).....	19
<b>Gambar 2.14</b>	Penurunan Bahu Jalan.....	19
<b>Gambar 2.15</b>	Tambalan.....	20
<b>Gambar 2.16</b>	Pengausan.....	20
<b>Gambar 2.17</b>	Retak Selip.....	20
<b>Gambar 2.18</b>	Penetrometer Konus Dinamis (DCP).....	37
<b>Gambar 2.19</b>	Grafik Untuk Menentukan CBR Segmen dengan Cara Grafis menurut buku Perkerasan Lentur Jalan Raya (Silvia Sukirman:1999).....	42
<b>Gambar 3.1</b>	Peta Lokasi Jawa Timur.....	55
<b>Gambar 3.2</b>	Peta Lokasi Kabupaten Pasuruan .....	56
<b>Gambar 3.3</b>	Peta Lokasi Jalan Tenggilis rejo – winongan.....	57
<b>Gambar 3.4</b>	Lokasi Perencanaan.....	58
<b>Gambar 4.1</b>	Denah Jalan Lama.....	63
<b>Gambar 4.2</b>	Potongan Melintang Jalan Baru STA 0+400.....	63
<b>Gambar 4.3</b>	Penampang Tebal Lapis Perkerasan.....	84
<b>Gambar 4.5</b>	Hasil Perhitungan antara Eksisting dan Jalan Baru.....	87

## **DAFTAR GRAFIK**

<b>Grafik 2.1</b>	Hubungan Nilai DCP dan CBR.....	42
<b>Grafik 4.1</b>	Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model yang Berbeda.....	77
<b>Grafik 4.2</b>	Grafik untuk Menentukan CBR yang Mewakili dengan Cara Grafis menurut buku Hendarsim, Shirley L. (2000).....	79

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat di ikuti oleh peningkatan industri. Hal ini menyebabkan kebutuhan masyarakat akan sarana transportasi terus bertambah, ditandai dengan adanya peningkatan volume lalu lintas. Sarana transportasi sangat berperan penting dalam menunjang aktivitas masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut memungkinkan masyarakat untuk mengakses segala kebutuhan seperti akses pendidikan, pekerjaan dan ekonomi. Dengan adanya sarana transportasi yang semakin meningkat, disisi lain meningkatnya volume lalu lintas yang menyebabkan kerusakan jalan tidak sesuai dengan umur perencanaan.

Peningkatan volume lalu lintas sebesar 3,5 % (sumber : Direktorat LLAJ – Ditjen Hubdat, 2016 ) yang melebihi kapasitas jalan menyebabkan penurunan kualitas jalan sehingga mengalami kerusakan. Kerusakan perkerasan lentur pada ruas Jalan Tenggilis rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan menjadikan jalan bergelombang dan berlubang.

Perkembangan industri di Kabupaten Pasuruan terus mengalami peningkatan. Peningkatan industri tersebut menyebabkan ruas jalan Tenggilis rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan mengalami kerusakan jalan. Berdasarkan fungsinya, ruas Jalan Tenggilis rejo – Winongan merupakan kelas jalan III dengan lebar badan jalan  $5 \pm$  m dan panjang  $\pm 2,35$  km sesuai SK jalan yang termasuk kategori status jalan Kabupaten, sebagai ruas jalan Lokal Primer yang menghubungkan pusat perindustrian seperti industri pabrik dan tambang pasir, jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan Peraturan Pemerintah No.19/PRT/M/2011 dengan jalan lokal kelas III lebar jalur lalu lintas  $2 \times 2,50$  m.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis mengevaluasi permasalahan tersebut dengan meningkatkan tebal perkerasan lentur yang



sesuai dengan fungsi jalan dan menganalisa perkiraan biaya yang di butuhkan untuk meningkatkan jalan tersebut. Dalam studi perencanaan ini akan dilakukan perencanaan ulang tebal lapis dan lebar perkerasan lentur menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017. Dengan judul skripsi“*Studi Perencanaan Peningkatan Jalan dan Rencana Anggaran Biaya Ruas Jalan Tenggilis Rejo – Winongan , Kab. Pasuruan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017*”.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Terjadi kerusakan ruas jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan.
2. Memperhitungkan kekuatan relatif struktur eksisting menggunakan metode pendekatan analisa komponen SKBI – 2.3.26.1987.
3. Terjadinya ketidaksesuaian lebar jalan lokal dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Manual Perkerasan jalan revisi juni 2017 nomor 04/SE/Db/2017 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan
4. Berapa perkiraan biaya pembangunan perkerasan lentur ruas jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Dalam perencanaan ulang ruas jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan., permasalahan yang ditinjau sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan, dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017?
2. Berapa perkiraan biaya pekerjaan perkerasan lentur ruas jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan ?

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang dibahas dalam skripsi ini sebagai berikut :

1. Dalam perencanaan tebal perkerasan jalan raya mengacu pada tata cara perencanaan perkerasan Manual Desain Perkerasan 2017.
2. Dalam perencanaan perkerasan jalan mengacu pada harga satuan Kabupaten Pasuruan 2016.
3. Memperhitungkan kekuatan relatif struktur eksisting menggunakan metode pendekatan analisa komponen SKBI – 2.3.26.1987.
4. Kondisi data CBR diperoleh dari Bina Marga.
5. Data LHR didapat dari Pihak Bina Marga dan Dinas Perhubungan Kab. Pasuruan.

#### **1.5 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam menyelesaikan skripsi adalah :

1. Untuk mengetahui ketebalan konstruksi lapisan perkerasan lentur ruas jalan Tenggilis rejo –Winongan Kabupaten Pasuruan dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017.
2. Untuk mengetahui perkiraan biaya perkerasan lentur ruas jalan Tenggilis rejo –Winongan Kabupaten Pasuruan.

#### **1.6 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dalam perencanaan perkerasan lentur adalah :

1. Dapat dijadikan acuan bagi pengembang perencanaan perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan terbaru tahun 2017.
2. Sebagai usulan alternatif perencanaan peningkatan jalan pada ruas Tenggilis rejo – Winongan.
3. Sebagai informasi Rencana Anggaran Biaya pelaksanaan peningkatan jalan.
4. Meningkatkan pengetahuan penulis dalam perencanaan jalan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Terdahulu**

Studi terdahulu ini menjadi salah satu acuan yang digunakan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dilihat dari studi terdahulu tidak adanya kesamaan judul dengan judul penelitian yang akan dilakukan. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait yaitu studi terdahulu yang berjudul Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B. Universitas Lampung. 2016. Andriansyah. dan dari analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui desain dengan biaya konstruksi awal terendah yaitu perkerasan dengan metode Bina Marga Pt-T-01-2002-B, sedangkan desain dengan biaya siklus hidup terendah adalah perkerasan dengan metode MDPJ 02/M/BM/2013 yang merupakan tebal perkerasan yang paling optimal. Sedangkan hasil analisa biaya pada perkerasan kaku untuk panjang jalan 8000 m dan lebar jalan 7.00 m sebesar RP. 44.412.355.000,00 dan Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan Dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan PT T-01-2002-B pada Ruas Jalan Metro – Gedung Dalam Lampung. Universitas Lampung Bandar Lampung. 2016 dengan hasil perhitungan tebal perkerasan dengan metode Bina Marga MDPJ No. 02/M/BM/2013 didapatkan tebal lapis permukaan 26 cm, tebal lapis pondasi 15 cm dan tebal lapis pondasi bawah 15 cm sedangkan metode Bina Marga No. Pt T-01-2002-B didapatkan tebal lapis permukaan 20 cm, tebal lapis pondasi 15 cm dan tebal lapis pondasi bawah 15 cm. Biaya siklus hidup untuk metode Bina Marga MDPJ No. 02/M/BM/2013 didapatkan Rp 27.762.722.989,75 sedangkan metode Bina Marga No. Pt T-01-2002-B didapatkan Rp 32.643.124.163,76. Pada dua studi penelitian terdahulu membahas tentang perkerasan kaku dan perkerasan lentur beserta analisa biayanya. Pada kedua penelitian juga menggunakan metode yang berbeda-beda pada perencanaannya

dan menghasilkan biaya serta tebal perencanaan yang berbeda-beda pula. Maka penulis mencoba membuat studi merencanakan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Definisi Jalan Raya**

Menurut UU No.38 Tahun 2004 Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi merupakan unsur penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara dalam pembinaan persatuan dan kesatuan bangsa, wilayah negara dan fungsi masyarakat serta dalam memajukan kesejahteraan umum. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Pada jalan raya penampang memanjang dan melintang mempertimbangkan letak sumbu jalan sesuai kondisi medan dengan memperhatikan sifat operasi kendaraan, keamanan, jarak pandang dan fungsi jalan. Potongan melintang adalah bidang penampang potongan pada bangunan yang sejajar atau ortografis terhadap bidang jalan utamanya sedangkan potongan memanjang adalah bidang potongan yang terletak sejajar dengan bidang jalan utamanya. Contoh gambar potongan melintang dan memanjang jalan raya terdapat pada gambar 2.1 dan 2.2.



- Jalan kolektor adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan lokal adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- Jalan lingkungan adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rendah.

Menurut Undang - Undang Republik Indonesia nomor 38 tahun 2004 tentang jalan pada pasal 9 dijelaskan tentang status jalan berdasarkan sifat pergerakan lalu lintas dan angkutan jalan. Berdasarkan status jalan dapat dibedakan atas :

- Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan strategis nasional, dan jalan tol.
- Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusatkegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- Jalan Kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunderyang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan 10 pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

- Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalulintas dan angkutan jalan, pada pasal 19 dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan, dan juga daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor. Berdasarkan status jalan dapat dibedakan atas :

- Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor, yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter dan muatan sumbu terberat 10 ton.
- Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
- Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
- Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

### **2.2.3 Perkerasan Jalan**

“Perkerasan jalan merupakan konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas” (Shirley L Hendarsin, 2000:208). Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang

diharapkan maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan.

Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa jenis berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas (Silvia Sukirman, 1999:4) :

1. Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexibel pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan bahan lalu lintas ke tanah dasar.

2. Konstruksi Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.

3. Konstruksi Perkerasan Komposit

Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*) yaitu perkerasan kaku yang diombinasikan dengan perkerasan lentur.

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur diberikan pada tabel di bawah ini :

**Tabel 2. 1** Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku

		Perkerasan Lentur	Perkerasan kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi Beban	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda )	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan Tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
4	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah.	Modulus kekakuan tidak berubah.



		Timbul tegangan dalam yang kecil.	Timbul tegangan dalam yang besar
--	--	-----------------------------------	----------------------------------

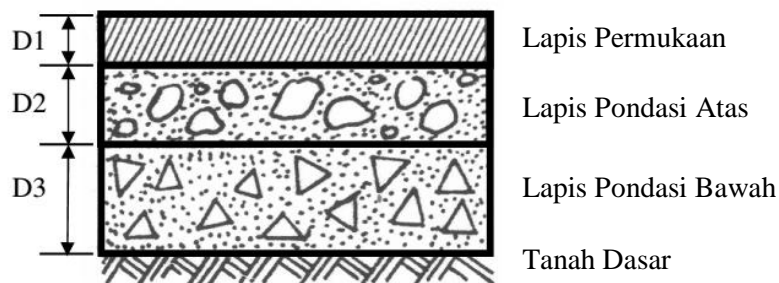
(Sumber : Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung. NOVA)

### 2.3 Jenis Dan Fungsi Lapisan Perkerasan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Konstruksi perkerasan terdiri dari :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)



**Gambar 2. 3** Susunan Lapis Perkerasan Jalan

(Sumber : SKBI 2.3 26.1987./UDC 625.73(02))

Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas :

1. Muatan kendaraan berupa gaya vertikal
2. Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal
3. Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja. Oleh karena itu, terdapat perbedaan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh masing-masing lapisan.

### 2.3.1 Lapisan Permukaan (*surface course*)

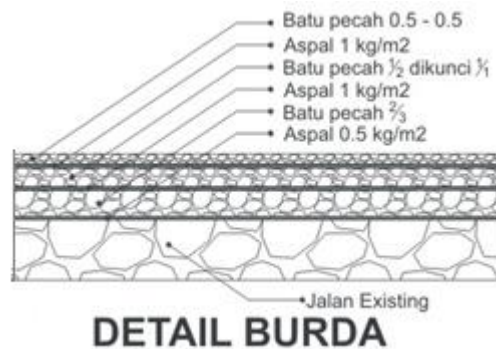
Lapisan yang terletak di atas disebut lapisan permukaan dan berfungsi sebagai:

1. Lapis perkerasan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan bawah tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*) lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Jenis lapis permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

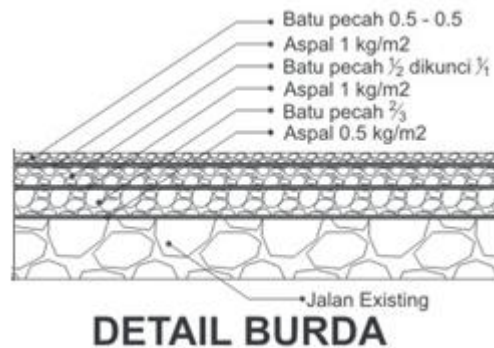
1. Lapisan bersifat nonstruktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain :
  - a. Burtu (Laburan Aspal Satu Lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.



**Gambar 2. 4** Lapisan Aspal Satu Lapis

(Sumber : <http://falahrokib.blogspot.co.id/2012/04/aspal-jalan.html>)

- b. Burda (Laburan Aspal Dua Lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.



**Gambar 2. 5** Lapisan Aspal Dua Lapis

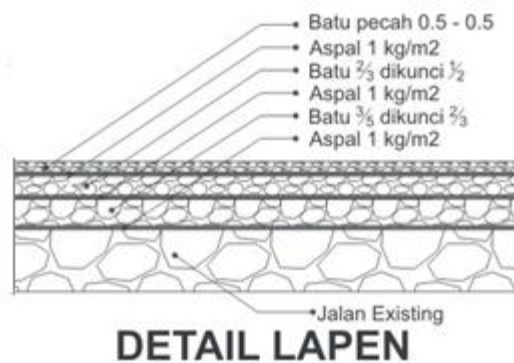
(Sumber : <http://falahrokib.blogspot.co.id/2012/04/aspal-jalan.html>)

- c. Latasir (Lapis Tipis Aspal Pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
- d. Buras (Laburan Aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
- e. Latasbum (Lapis Tipis Asbuton Murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
- f. Lataston ( Lapis Tipis Aspal Beton), dikenal dengan nama *hot roll sheet* (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5-3 cm.

Jenis lapisan permukaan tersebut di atas walaupun bersifat nonstruktural, dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Jenis perkerasan ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda :

a. Penetrasi Macadam (Lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4-10 cm.



**Gambar 2. 6** Lapisan Penetrasi Macadam

(Sumber : <http://falahrokib.blogspot.co.id/2012/04/aspal-jalan.html>)

b. Lasbutag, merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat-agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3-5 cm.

c. Laston (Lapis Aspal Beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Aspal beton terdiri dari tiga macam lapisan yaitu

1. AC WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*)

AC WC merupakan lapisan perkerasan laston yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus dengan tebal minimumnya adalah 4cm, dan ukuran maksimum agregat campurannya adalah 19 mm Lapisan ini adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk tahan terhadap

perubahan cuaca, gaya geser, tekanan roda ban kendaraan serta memberikan lapis kedap air untuk lapisan dibawahnya.

2. AC BC (*Asphalt Concrete Binder Course*)

AC BC merupakan lapisan perkerasan laston yang terletak dibawah lapisan aus (*wearing course*) dan diatas lapisan pondasi (*base course*) dapat disebut sebagai lapisan antara sebagai lapisan pengikat dengan tebal minimumnya adalah 5 cm, dan ukuran maksimum agregat campurannya adalah 25,4 mm. Lapisan ini untuk membentuk lapis pondasi jika digunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.

3. AC Base (*Asphalt Concrete Base Course*)

AC Base merupakan lapisan perkerasan laston sebagai lapis pondasi dengan ukuran maksimum agregat campurannya adalah 37,5 mm yang berfungsi untuk memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban kostruksi jalan dibawahnya (*sub grade*).

### 2.3.1 Lapisan Pondasi Atas (*base course*)

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*).

Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain sebagai :

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang akan digunakan untuk lapis pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Untuk lapis pondasi atas tanpa beban pengikat umumnya menggunakan material dengan CBR > 50% dan Plastisitas Indeks (PI) < 4%. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilisasi tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas.

Setiap bahan atau agregat untuk campuran lapis pondasi atas harus bebas kotoran atau sampah, bahan organik, gumpalan lempung atau tanah dan material lain yang tidak dikehendaki. Selain itu agregat pada lapis pondasi atas harus memenuhi persyaratan seperti berikut :

**Tabel 2. 2 Persyaratan Lapis Pondasi Atas**

SIFAT-SIFAT	KELAS A	KELAS B	KELAS C
Abrasi dari Agregat Kasar (SNI 03-2417-1990)	Maks 40%	Maks 40%	Maks 40%
Indek Plastis (SNI 03-1966-1990) dan (SNI 03-1967-1990)	Maks 6	Maks 6	4-9
Hasil kali Indeks Plastisitas dengan % Lolos Ayakan No.200	Maks 25	-	-
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	Maks 25	Maks 25	Maks 35
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat (SNI 02-4141-1996)	0 %	Maks 1 %	Maks 1 %
CBR (SNI 03-1744-19989)	Min 90%	Min 65%	Min 35%
Perbandingan persen lolos #200 dengan persen lolos 340	Maks 2/3	Maks 2/3	Maks 2/3

(Sumber : SNI 002-03/BM/2006)

### 2.3.2 Lapisan Pondasi Bawah (*subbase course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai:

1. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR > 20% dan Plastisitas Indeks (PI) > 10%.
2. Efisiensi penggunaan material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
3. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
4. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
5. Lapisan pertama, agar pekerjaan berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat besar.

6. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

Lapis pondasi bawah dibagi atas 3 kelas yaitu :

- Lapis pondasi bawah kelas A yaitu terdiri dari batu pecah disaring dan digradasi dan semuanya lolos saringan 3” atau 75 mm.
- Lapis pondasi bawah kelas B yaitu terdiri campuran batu belah dengan kerikil, pasir, dan lempung yang lolos saringan 2,5” atau 62,5 mm.
- Lapis pondasi bawah kelas C yaitu terdiri dari kerikil, pasir dan lempung alami lolos saringan 1,5” atau 37,5 mm.

### **2.3.3 Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*)**

Lapisan tanah setebal 50-100 cm diatas mana akan diletakkan lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar dan memiliki CBR > 6% supaya tidak memerlukan perbaikan tanah. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanahnya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana.

## **2.4 Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan**

Lapisan perkerasan sering mengalami kerusakan atau kegagalan sebelum mencapai umru rencana. Kerusakan pada perkerasan dapat dilihat dari kegagalan fungsional dan struktural.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), kerusakan pada konstruksi jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Air yang dapat berasal dari hujan, sisten srainase jalan yang tidak baik atau naiknya air berdasarkan sifat kapilaritas air bawah tanah.
2. Iklim di Indonesia yang termasuk beriklim tropis dimana suhu dan curah huajn yang umumnya tinggi.
3. Lalu lintas, yang diakibatkan dari peningkatan beban (sumbu kendaraan) yang melebihi beban rencana, atau juga repetisi beban

(volume kendaraan) yang melebihi volume rencana sehingga umur rencana jalan tersebut tidak tercapai.

4. Material konstruksi perkerasan, yang dapat disebabkan baik oleh sifat/ mutu material yang digunakan ataupun dapat juga akibat cara pelaksanaan yang tidak sesuai.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, yang mungkin disebabkan karena cara pemadatan tanah dasar yang kurang baik, ataupun juga memang sifat tanah dasarnya yang memang jelek.

## 2.5 Jenis Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan

Jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur sebagai berikut :

1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Retak kulit buaya adalah serangkaian retak memanjang paralel yang membentuk banyak sisi menyerupai kulit buaya.



**Gambar 2. 7** Retak Kulit Buaya

2. Kegemukan (*Bleeding*)

Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebihan, yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat mengakibatkan kegemukan.

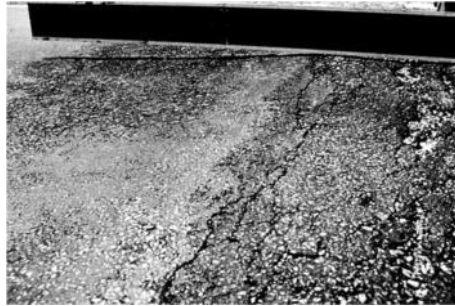


**Gambar 2. 8** Kegemukan



3. Tonjolan dan lengkungan (*Bump and Sags*)

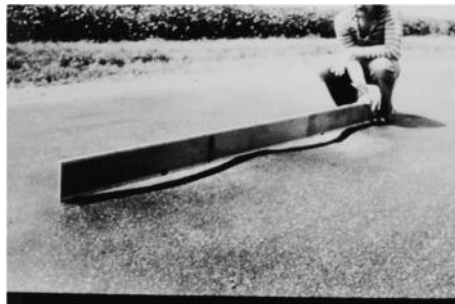
Tonjolan adalah gerakan atau perpindahan ke atas bersifat lokal dan kecil dari permukaan perkerasan aspal.



**Gambar 2. 9** Tonjolan dan Lengkungan

4. Keriting (*Corrugation*)

Keriting atau bergelombang adalah kerusakan akibat terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang atau tegak lurus arah perkerasan.



**Gambar 2. 10** Keriting

5. Amblas (*Depressions*)

Amblas adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan.



**Gambar 2. 11** Amblas

6. Retak Tepi (*Edge Cracking*)

Retak tepi biasanya terjadi sejajar dengan tepi perkerasan dan berjarak sekitar 0,3-0,5 m dari tepi luar.



**Gambar 2. 12** Retak Tepi

7. Alur (*Rutting*)

Alur adalah deformasi permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan.



**Gambar 2. 13** Alur (*rutting*)

8. Penurunan Bahu Jalan (*Lane/shoulder drop off*)

Penurunan bahu jalan adalah beda elevasi antara tepi perkerasan dan bahu jalan.



**Gambar 2. 14** Penurunan Bahu Jalan

9. Tambalan dan galian utilitas (*Patching and Utility Cut Patching*)

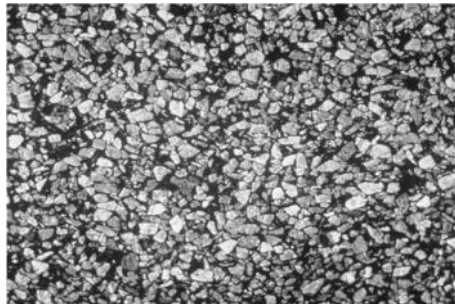
Tambalan adalah penutupan bagian perkerasan yang mengalami perbaikan.



**Gambar 2. 15** Tambalan

10. Pengausan (*Polished Aggregate*)

Pengausan adalah licinnya bagian perkerasan, akibat ausnya agregat di permukaan.



**Gambar 2. 16** Pengausan

11. Retak Selip (*Slippage Cracking*)

Retak selip atau retak yang berbentuk bulan sabit yang diakibatkan oleh gaya-gaya horizontal yang berasal dari kendaraan.



**Gambar 2. 17** Retak Selip

## **2.6 Material Konstruksi Perkerasan**

Material konstruksi perkerasan sangat berpengaruh pada tingkat kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sehingga harus dilakukan suatu uji kualitas terhadap material konstruksi perkerasan. (Silvia Sukirman, 1999:17)

### **2.6.1 Agregat**

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan presentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan presentase volume.

### **2.6.2 Aspal**

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur yang berbentuk padat sampai agak padat. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Sifat aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

## **2.7 Umur Rencana**

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan *overlay* lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun.

Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 2.2 berikut ini :

**Tabel 2. 3 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)**

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir <sup>(2)</sup> .	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang ( <i>overlay</i> ), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based</i> (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:2-1)

Catatan:

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted life cycle cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>.
2. Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

Untuk mencari kapasitas jalan menggunakan Tabel Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 14) untuk perhitungan kapasitas jalan (antar kota). Berikut tabel yang digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan :

1. Penentuan nilai Ekuivalen Kendaraan Ringan (EKR)

Penentuan nilai Ekuivalen Kendaraan Ringan (EKR) untuk merubah data lalu lintas untuk menjadi Satuan Kendaraan (SKR) dengan mengalikan LHR dengan faktor penyesuaian tersebut sesuai dengan kriteria yang digunakan.

**Tabel 2. 4** Ekuivalen Kendaraan Ringan (EKR) untuk jalan 2/2 TT (tidak terbagi)

Tipe alinyemen	Arus lalu lintas per arah (kend/jam)	Ekuivalen Kendaraan Ringan (EKR)					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar Jalur (m)		
					< 6	6 - 8	> 8
Datar	0	1.2	1.2	1.8	0.8	0.6	0.4
	800	1.8	1.8	2.7	1.2	0.9	0.6
	1350	1.5	1.6	2.5	0.9	0.7	0.5
	≥1900	1.3	1	2.5	0.6	0.5	0.4
Bukit	0	0	1	1.8	0.7	0.5	0.3
	650	2.4	2	5.0	1.0	0.8	0.5
	1100	2.0	2	4.0	0.8	0.6	0.4
	≥ 1600	1.7	1	3.2	0.5	0.4	0.3
Gunung	0	0	3	2.5	0.6	0.4	0.2
	450	3.0	3	5.5	0.9	0.7	0.4
	900	2.5	2	5.0	0.7	0.5	0.3
	≥ 1350	1.9	2	4.0	0.5	0.4	0.3

(Sumber : PKJI 14 hal 46 tabel 13 )

## 2. Kapasitas Dasar

**Tabel 2. 5** Kapasitas Dasar untuk jalan antar kota dengan 2 lajur dan 2 arah (2/2TT)

Jenis dan alinyemen jalan	Kapasitas dasar total dua arah (EKR/Jam/Lajur)
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017 : Lanpitan G-3)

**Tabel 2. 6** Faktor Penyesuaian Pengaruh Lebar Lajur Lalulintas ( $FC_w$ ) terhadap Kapasitas

Jenis jalan	Lebar efektif lajur lalu lintas ( $W_e$ ) (m)	$FC_w$
Empat lajur terbagi	Per lajur	
	3.00	0.91
Enam lajur terbagi	3.25	0.96
	3.50	1.00

1	2	3
<b>Empat lajur tak terbagi</b>	Per lajur	
	3.00	0.91
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.03
<b>Dua lajur tak terbagi</b>	Total dua arah	
	5	0.69
	6	0.91
	7	1.00
	8	1.08
	9	1.15
	10	1.21
	11	1.27

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017 : Lampiran G-3)

**Tabel 2. 7** Faktor Penyesuaian Kapasitas karena Pemisahan Arah ( $FC_{PA}$ )

Pemisahan arah PA %-%		50 - 50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
$FC_{SP}$	Dua lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat lajur 4/2	1.00	0.975	0.95	0.925	0.90

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017 : Lanpiran G-3)

**Tabel 2. 8** Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pengaruh Hambatan Samping ( $FC_{HS}$ )

Jenis jalan	Kelas hambatan	Faktor penyesuaian akibat pengaruh gesekan samping ( $FC_{HS}$ )			
		$\leq 0.5$	1.0	1.5	$\geq 2.0$
<b>4/2 D</b>	SR	0.99	1.00	1.01	1.03
	R	0.96	0.97	0.99	1.01
	S	0.93	0.95	0.96	0.99
	T	0.90	0.92	0.95	0.97
	ST	0.88	0.90	0.95	1.01
<b>2/2 UD 4/2 UD</b>	SR	0.97	0.99	1.00	1.02
	R	0.93	0.95	0.97	1.00
	S	0.88	0.91	0.64	0.98
	T	0.84	0.87	0.91	0.95
	ST	0.80	0.83	0.88	0.93

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017 : Lanpiran G-4)

**Tabel 2. 9** Kelas Hambatan Samping

Frekwensi hambatan (dari kedua sisi jalan)	Kondisi tipikal	Kelas hambatan samping	
< 50	Pedalaman, pertanian atau daerah tertinggal, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	SR
50 – 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan aktivitas di sisi jalan	Rendah	R
150 – 249	Desa, aktivitas di sisi jalan, terdapat angkutan lokal	Sedang	S
250 – 350	Desa, beberapa aktifitas pasar	Tinggi	T
> 350	Hampir berupa perkotaan, terdapat pasar dan aktifitas bisnis lainnya	Sangat tinggi	ST

(Sumber : PKJI 14 hal 51 Tabel 17 ))

## 2.8 Lalu Lintas

### 2.8.1 Analisa Volume Lalu Lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi. (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:2-1)

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah :

1. Beban gandar kendaraan komersial.
2. Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu standar.

### 2.8.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka tabel 2.3 dapat digunakan.

**Tabel 2. 10** Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia



1	2	3	4	5
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-2)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulatif Growth Factor*) :

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- UR = umur rencana (tahun)

Apabila diperkirakan akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan sepanjang total umur rencana (UR) dengan  $i_1$ % selama periode awal (UR 1 tahun) dan selama sisa periode berikutnya (UR-UR1), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dari formula berikut :

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} + (1 + 0,01 i_1)^{(UR-1)} (1 + 0,01 i_2) \left\{ \frac{(1+0,01 i_2)^{(UR-UR1)} - 1}{0,01 i_2} \right\} \dots(2)$$

Keterangan :

- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- $i_1$  = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan periode 1 (%)
- $i_2$  = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan periode 2 (%)
- UR = umur rencana (tahun)
- UR1 = umur rencana periode 1 (tahun)

Apabila kapasitas lalu lintas diperkirakan tercapai pada tahun ke (Q) dari umur rencana (UR), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} + (UR - Q) (1 + 0,01 i)^{(Q-1)} \dots\dots\dots (3)$$

**2.8.3 Lalu Lintas pada Lajur Rencana**

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah faktor distribusi (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

**Tabel 2. 11** Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-3)

**2.8.4 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)**

Dalam desain perkerasan beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

**Tabel 2. 12** Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar*
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-4)

\*Data beban gandar dapat diperoleh oleh :

1. Jembatan Timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung)
2. Survei beban gandar pada jembatan timbangan atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.
- 2 Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga

Jika survei beban gandar tidak mungkin dilakukan oleh perencana dan data survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia maka nilai VDF pada tabel 2.6 dan tabel 2.7 dapat digunakan menghitung ESA.

**Tabel 2. 13** Nilai VDF Masing-masing Kendaraan Niaga

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua				
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		
	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0	
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-	
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0	
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0	
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-	
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-	
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-	

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-5)

**Tabel 2. 14** Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Uraian		Konfigurasi sumbu	Muatan <sup>2</sup> yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA)		
	Klasifikasi Lama	Alternatif				Semua kend. bermotor	Semua kend. bermotor kecuali Sepedamotor	VDF4	VDF5	
KENDARAANNIAGA	1	1	Sepeda Motor	1.1	2	30,4				
	2, 3,4	2, 3,4	Sedan / Angkot / Pickup / Stationwagon	1.1	2	51,7	74,3			
	5a	5a	Bus kecil	1.2	2	3,5	5,00	0,3	0,2	
	5b	5b	Bus besar	1.2	2	0,1	0,20	1,0	1,0	
	6a.1	6.1	Truk2 sumbu –cargoringan	1.1	Muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
	6a.2	6.2	Truk2 sumbu –ringan	1.2	tanah,pasir,besi,semen	2			0,8	0,8
	6b1.1	7.1	Truk2 sumbu –cargosedang	1.2	Muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
	6b1.2	7.2	Truk2 sumbu –sedang	1.2	tanah,pasir,besi,semen	2			1,6	1,7
	6b2.1	8.1	Truk2 sumbu –berat	1.2	Muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
	6b2.2	8.2	Truk2 sumbu –berat	1.2	tanah,pasir,besi,semen	2			7,3	11,2
	7a1	9.1	Truk3 sumbu –ringan	1.22	Muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
	7a2	9.2	Truk3 sumbu –sedang	1.22	tanah,pasir,besi,semen	3			281	64,4
	7a3	9.3	Truk3 sumbu –berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer menarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
	7c1	11	Truk4 sumbu -trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
	7c2.1	12	Truk5 sumbu -trailer	1.2-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
	7c2.2	13	Truk5 sumbu -trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
	7c3	14	Truk6 sumbu -trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017,

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axie Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada jalur desain selama umur rencana yang ditentukan sebagai berikut :

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ES_{ATH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- $ES_{ATH-1}$  = kumulatif lintas sumbu standar ekivalen (equivalent standard axie) pada tahun pertama
- $LHR_{JK}$  = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)
- $VDF_{JK}$  = Faktor Ekivalen Beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga Tabel 2.5 dan Tabel 2.6
- $DD$  = Faktor distribusi arah
- $DL$  = Faktor distribusi lajur Tabel 2.4
- $CESAL$  = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
- $R$  = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

### 2.8.5 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lintas Rendah

Pada daerah dengan lalu lintas rendah, jika data lalu lintas tidak tersedia atau diperkirakan terlalu rendah maka Tabel 2.8 dapat digunakan :

**Tabel 2. 15** Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah

Deskripsi Jalan	LHR dua arah (kend/hari)	Kendaraan berat (% dari lalu lintas)	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktor Pengali Pertumbuhan kumulatif lalu lintas	Kelompok Sumbu/ Kendaraan Berat	Kumulatif HVAG (kelompok sumbu)	Faktor ESA/ HVAG	Beban Lalu lintas desain (aktual) (ESA4)
Jalan desa minor dengan akses kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454	3,16	$4,5 \times 10^4$
Jalan kecil dua arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	$7 \times 10^4$
Jalan lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	$8 \times 10^5$
Akses lokal daerah industri atau <i>quarry</i>	500	8	20	3.5	28,2	2,3	473.478	3,16	$1,5 \times 10^6$
Jalan kolektor	2000	7	20	3.5	28,2	2,2	1.585.122	3,16	$5 \times 10^6$

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-10)

## 2.9 Traffic Multiplier (TM)

*Traffic Multiplier* (TM) lapisan aspal untuk kondisi pembebanan yang berlebih (*overloaded*) di Indonesia berkisar 1,8 - 2. Nilai ini berbeda-beda tergantung dari beban berlebih (*overloaded*) pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk perencanaan perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai *Traffic Multiplier* (TM) untuk mendapatkan nilai CESA<sub>5</sub>.

$$CESA_5 = (TM \times CESA_4) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

CESA : *Cumulative Equivalent Standard Axles*

TM : *Traffic Multiplier*

Catatan :

- a. Pangkat 4 digunakan untuk bagan desain pelaburan tipis (Burda) dan perkerasan tanpa penutup.
- b. Pangkat 5 digunakan untuk perkerasan lentur.
- c. Desain perkerasan kaku membutuhkan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat dan bukan nilai CESA.
- d. Nilai TM dibutuhkan hanya untuk desain dengan *CIRCLY*.

## 2.10 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternative desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.



**Tabel 2.9** Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR $\geq$ 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaandan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
ACWC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:3-1)

Catatan :

Tingkat kesulitan :

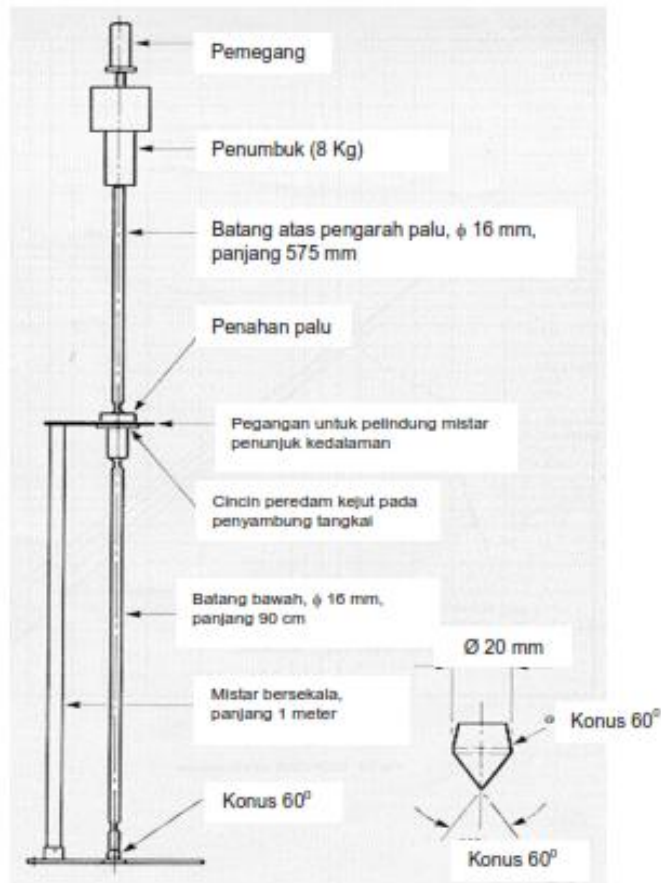
1. - kontraktor kecil - medium
2. - kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai
3. - membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus - kontraktor spesialis burtu/burda.

## 2.11 Pengukuran Daya Dukung dengan DCP (*Dynamic Cone Penetration Test*)

*Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) adalah suatu alat digunakan untuk pengujian tanah dasar dan atau lapis fondasi jalan terdiri dari dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku. (DPU Pedoman Cara Uji CBR dengan DCP,2008 : 1)

Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku. Berikut tiga bagian utama pada alat penetrometer konus dinamis dan ditunjukkan oleh gambar 2.11 yaitu :

1. Bagian Utama
  - a. Pemegang
  - b. Batang bagian atas diameter 16 mm tinggi jatuh setinggi 575 mm
  - c. Penumbuk berbentuk silinder berlubang berat 8 kg
2. Bagian Tengah
  - a. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja
  - b. Cincin peredam kejut
  - c. Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman
3. Bagian Bawah
  - a. Batang bagian bawah panjang 90 cm diameter 16 mm
  - b. Batang penyambung panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya.
  - c. Mistar berskala panjang 1 meter terbuat dari baja
  - d. Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung diameter 20 mm, sudut 60° atau 30°.
  - e. Cincin Pengaku



**Gambar 2. 18** Penetrometer Konus Dinamis (DCP)

(Sumber : DPU Pedoman Cara Uji CBR dengan DCP)

Persiapan alat dan lokasi pengujian sebagai berikut :

- a. Sambungkan seluruh bagian peralatan dan pastikan bahwa sambungan batang atas dengan landasan serta batang bawah dan kerucut baja sudah tersambung dengan kokoh.
- b. Tentukan titik pengujian, mencatat Sta/km dan mengukus serta meratakan permukaan yang akan diuji.
- c. Membuat lubang uji pada bahan perkerasan yang beraspal sehingga didapat lapisan tanah dasar.
- d. Mengukur ketebalan setiap bahan perkerasan yang ada dan dicatat.

Cara pengujian alat penetrometer konus dinamis (DCP) sebagai berikut :

- a. Meletakkan alat DCP pada titik uji diatas lapisan yang akan diuji.

- b. Memegang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak lurus diatas dasar yang rata dan stabil kemudian mencatat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman.
- c. Mencatat jumlah tumbukan :
  1. Mengangkat penumbuk pada tangkai bagian atas dengan hati-hati sehingga menyentuh batas pegangan.
  2. Melepaskan penumbuk sehingga jatuh bebas dan tertahan pada landasan.
  3. Melakukan langkah-langkah pada c-1 dan c-2 diatas dan mencatat jumlah tumbukan dan kedalaman pada formulir yang telah ditentukan sesuai ketentuan-ketentuan sebagai berikut :
    - Untuk lapis pondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan.
    - Untuk lapis pondasi yang terbuat dari bahan bertir cukup keras maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 3 tumbukan sampai dengan 10 tumbukan.
  4. Menghentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm<sup>3</sup>/tumbukan. Selanjutnya lakukan pengeboran atau penggalian pada titik tersebut sampai mencapai bagian yang dapat diuji kembali.
- d. Pengujian per titik dilakukan minimum dua kali dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya. Langkah-langkah setelah pengujian:
  1. Menyiapkan peralatan agar dapat diangkat atau dicabut keatas.
  2. Mengangkat penumbuk dan menukulkan beberapa kali dengan arah keatas sehingga menyentuh pegangan dan tangkai bawah terangkat keatas permukaan tanah.
  3. Melepaskan bagian-bagian yang tersambung secara hati-hati dan membersihkan alat dari kotoran serta menyimpan pada tempatnya.
  4. Menutup kembali lubang uji setelah pengujian.

Nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari DCP harus disesuaikan dengan kondisi musim. Faktor penyesuaian minimum ditunjukkan pada Tabel 2.10.

**Tabel 2.10** Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Musim

Musim	Faktor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,90
Masa transisi	0,80
Musim kemarau	0,70

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:6-2)

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) x faktor penyesuaian

Daya dukung tanah dasar (DDT) dipengaruhi oleh perubahan kadar air. Daya dukung tanah ditetapkan berdasarkan grafik kolerasi antar CBR tanah dasar dengan daya dukung tanahnya. Sedangkan CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standart batupecah yang memiliki nilai CBR sebesar 100% dalam memikul bebanlalulintas (Silvia Sukirman,1999 : 116) kekuatan tanah dasar dapat bervariasi antara nilai yang baik dan jelek. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek, dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan nilai yang terbesar saja. Jadi alangkah baiknya apabila jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan yang mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagiandari panjang jalan yang mempunyai daya dukung tanah, sifat tanah, dankeadaan lingkungan yang relatif sama. Adapun cara untuk menentukan CBR segmen dapat dihitung dengancara analitis ataupun cara grafis.

#### 1. Secara Analitis

$$CBR_{\text{Segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R \dots\dots\dots (6)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen.

**Tabel 2.11** Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
1	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Catatan : nilai R ditentukan berdasarkan data yang ada di lapangan(data R diatas hanyalah permissalan)

Dalam perhitungan nilai CBR menggunakan cara analitis, dapat dihitung menggunakan korelasi nilai CBR-DCP menggunakan persamaan rumus log model yang berbeda rumus korelasi nilai CBR-DCP yang dimaksudkan sebagai berikut :

- a. Perhitungan CBR menggunakan Pedoman Bahan Kontruksi Sipil 2007.

Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model dengan konus 60° dengan rumus :

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log} (\text{DCPI}) \dots\dots\dots(7)$$

*Sumber : Pedoman Bahan Kontruksi Sipi;2007*

- b. Perhitungan CBR menggunakan rumus NCDOT

Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif dengan rumus :

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,60 - 1,07 \text{ Log} (\text{DCPI}) \dots\dots\dots (8)$$

*Sumber : NCDOT (Pavement;1998)*

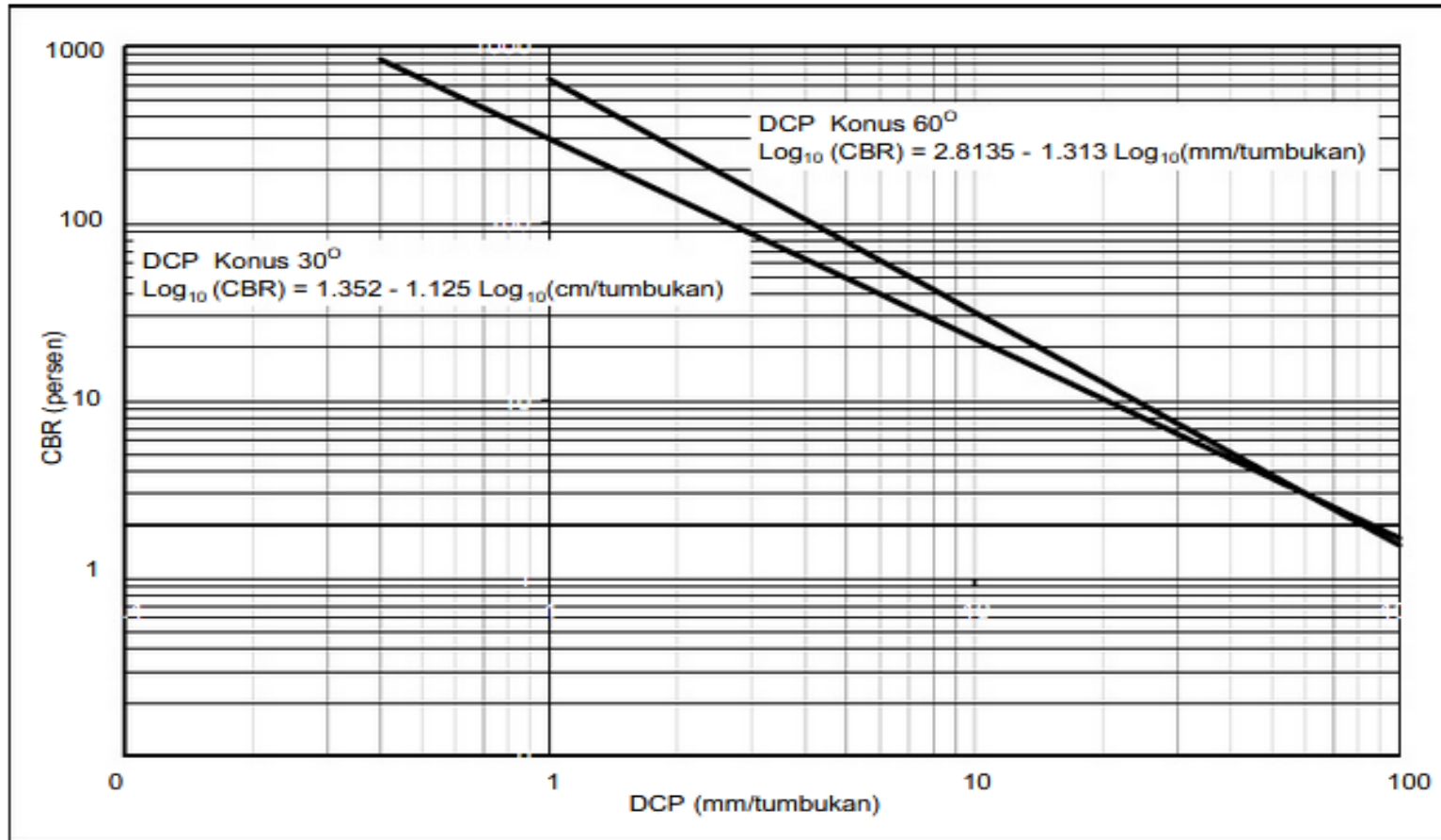
2. Secara Grafis

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan nilai CBR yang terendah.
- b. Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR dan kemudian disusun secara tabelari mulai dari nilai CBR terkecil sampai yang terbesar.
- c. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tadi.
- e. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

Grafik hubungan antara harga CBR dan DCP pada grafik 2.1

Grafik 2. 1 Hubungan Nilai DCP dan CBR



(Sumber : DPU Pedoman Cara Uji CBR dengan DCP)



**Tabel 2. 16** Bagan Desain -1 Indikasi Perkiraan Nilai CBR  
(Tidak berlaku untuk tanah aluvial jenuh atau gambut)

	<b>Posisi muka air tanah (Tabel 6.2)</b>	<b>Dibawah standar minimum (tidak dianjurkan)</b>	<b>Sesuai desain standar</b>	<b>≥1200 mm dibawah tanah dasar</b>
	<b>Implementasi</b>	Semua galian kecuali seperti ditunjukkan untuk kasus –3 dan timbunan tanpa drainase yang baik dan LAP*  <1000 mm diatas muka tanah asli		Galiandi zona iklim 1** dan semua timbunan berdrainase baik ( $m \geq 1$ ) dan LAP>1000mm di atas muka tanah asli
<b>Jenis tanah</b>	Kasus PI	1	2	3
<b>Lempung</b>	50–70	2	2	2,5
<b>Lempung</b>	40	2,5	3	3,5
	30	3	4	4
<b>Lempung kepasiran</b>	20	4	4	5
	10	4	4	5
<b>Lanau</b>		1	1	2

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:6-2)

\*LAP : Level Akhir Permukaan

\*\*Lihat zona iklim Lampiran B

## **2.12 Penentuan Segmen Tanah Dasar yang Seragam**

Ruas jalan yang didesain harus dikelompokkan berdasarkan kesamaan segmen yang mewakili kondisi tanah dasar yang dapat dianggap seragam (tanpa perbedaan yang signifikan). Pengelompokan awal dapat dilakukan berdasarkan hasil kajian meja dan penyelidikan lapangan atas dasar kesamaan geologi, pedologi, kondisi drainase dan topografi, serta karakteristik geoteknik (seperti gradasi dan plastisitas). (Bina Marga MDP No. 04/SE/Db/2017, 2017:6-8)

## **2.13 Desain Fondasi Perkerasan Lentur**

Desain fondasi perkerasan merupakan syarat penting untuk menghasilkan perkerasan berkinerja baik. Tanah dasar normal adalah tanah dasar yang secara umum mempunyai nilai CBR in situ lebih besar dari 2,5% termasuk pada daerah timbunan, galian dan permukaan tanah asli.

### **1. Tanah Lunak**

Tanah Lunak didefinisikan sebagai tanah yang mengalami sedikit over konsolidasi, biasanya berupa tanah lempung atau lempung kelanauan dengan CBR kurang dari 2,5% dan kekuatan geser lebih kecil dari 7,5 kPa dan umumnya  $IP > 25$ .

### **2. Pengujian Lapangan**

Survei DCP dan karakteristik tanah untuk mengidentifikasi sifat dasar dan kedalaman tanah lunak dan area yang memerlukan perbaikan tambahan.

### **3. Tanah Aluvial Kering**

Pada umumnya tanah jenis ini memiliki kekuatan sangat rendah (misal  $CBR < 2\%$ ) Di bawah lapis permukaan kering yang relative keras. Kedalaman lapis permukaan berkisar antara 400 – 600 mm. Masalah utama dari kondisi tanah seperti ini adalah penurunan daya dukung akibat musim hujan dan kerusakan akibat beban lalu lintas.

**Tabel 2. 17** Bagan Desain – 2 Desain Fondasi Jalan Minimum<sup>(1)</sup>

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen <sup>(6)</sup>
			< 2	2- 4	>	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3–Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan diatas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	Lapis Penopang <sup>(4)(5)</sup>	1000	1100	1200	
		- atau – lapis penopang dangeogrid <sup>(4)(5)</sup>	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir <sup>(4)(5)</sup>	1000	1250	1500	

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:6-12)

<ol style="list-style-type: none"> <li>Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal ; syarat tambahan mungkin berlaku.</li> <li>Ditandai dengan kepadatan CBR lapangan yang rendah.</li> <li>Menggunakan nilai CBR insitu karena nilai CBR rendaman tidak relevan.</li> <li>Permukaan lapis penopang diatas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2,5% dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2.5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6</li> <li>Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering</li> </ol>
---

<ol style="list-style-type: none"> <li>Untuk perkerasan kaku, material perbaikan tanah dasar berbutir halus harus berupa semen</li> </ol>
---

## 2.14 Desain Perkerasan Lentur

Desain perkerasan berdasarkan beban lalu lintas rencana dan pertimbangan biaya terendah ditunjukkan pada:

**Tabel 2. 18** Bagan Desain – 3 Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB

	F1 <sup>2</sup>	F	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA5 lihat bagan	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku <sup>3</sup>			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur	>10- 30				
Jenis permukaan berpengikat	AC	AC			
Jenis lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				

ACWC	40	40	40	50	50
AC BC <sup>4</sup>	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB <sup>3</sup>	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Catatan :

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:7-12)

1. Ketentuan – ketentuan struktur Fondasi Bagan Desain-2 berlaku.
2. CTB mungkin tidak ekonomis untuk jalan dengan beban lalu lintas < 10 juta ESA 5 Rujuk Bagan Desain – 3A dan 3B sebagai alternatif
3. AC BC harus dihampar dengan tebal padat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm.

**Tabel 2. 19** Bagan Desain – 3A. Desain Perkerasan Lentur dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ CESA <sub>5</sub> )	FF1 < 0,5	0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRSWC	50	30
HRS Base	-	35
LPA Kelas A	150	250
LPA Kelas A atau LFA Kelas Batu kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10%	150	125

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:7-13)

**Catatan :**

1. Bagan Desain-3A merupakan alternatif untuk daerah yang HRS menunjukkan riwayat kinerja yang baik dan daerah yang dapat menyediakan material yang sesuai (*gap graded mix*).
2. HRS tidak sesuai untuk jalan dengan tanjakan curam dan daerah perkotaan dengan beban lebih besar dari 2juta ESA5
3. Kerikil alam dengan atau material stabiisasi dengan CBR >10% dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumber daya penyedia jasa yang mumpuni tersedia.

**Tabel 2. 20** Bagan Desain - 3B Desain Perkerasan Lentur – aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir  
(Sebagai Alternatif dari Bagan Desain – 3 dan 3A)

STRUKTUR PERKERASAN									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
<b>Solusi yang dipilih</b>					<b>Lihat Catatan2</b>				
Kumulatif beba nsumbu 20 tahun pada lajur rencana(10 <sup>6</sup> ESA5)	<2	≥2- 4	>4-7	>7- 10	>10- 20	>20- 30	>30- 50	>50- 100	>100- 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
ACWC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPAKelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

Catatan :

1. FFF1 atau FFF2 harus lebih diutamakan daripada solusi FF1 dan FF2 (Bagan Desain- 3A) atau dalam situasi jika HRS berpotensi mengalami *rutting*.
2. Perkerasan dengan CTB (Bagan Desain-3) dan pilihan perkerasan kaku dapat lebih efektif biaya tapi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia.
3. Untuk desain perkerasan lentur dengan beban >10 juta CESA5, diutamakan menggunakan Bagan Desain- 3. Bagan Desain- 3B digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Solusi dari FFF5 -FFF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan Desain-3 atau 4 untuk situasi konstruksi tertentu seperti: (i)

perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis pada pelebaran perkerasan lentur eksisting atau ,(ii) diatas tanah yang berpotensi konsolidasi atau, (iii) pergerakan tidak seragam (dalam hal perkerasan kaku) atau, (iv) jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.

4. Tebal minimum lapis fondasi agregat yang tercantum didalam Bagan Desain-3dan3Adiperlukan untuk memastikan drainase yang mencukupi sehingga dapat membatasi kehilangan kekuatan perkerasan pada musim hujan. Kondisi tersebut berlaku untuk semua bagan desain kecuali Bagan Desain-3B.
5. Tebal LFA berdasarkan Bagan Desain-3B dapat dikurang iuntuk *subgrade* dengan daya dukung lebih tinggi dan struktur perkerasan dapat mengalirkan air dengan baik(faktor  $m \geq 1$ ). Lihat Bagan desain3C.
6. Semua CBR adalah nilai setelah sampel direndam 4 hari.

**Tabel 2. 21** Bagan Desain – 3C Penyesuaian Tebal Lapis Pondasi Agregat A Untuk Tanah Dasar CBR  $\geq 7\%$   
(Hanya Untuk Bagan Desain – 3B)

	Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6 \text{CESA}_5$ )	>2	>2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30- 50	>50- 100	>100 - 200
Tebal LFA(mm) Penyesuaian terhadap bagan desain 3b									
Subgrade CBR $\geq 5.5-7$	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Subgrade CBR > 7-10	330	220	215	210	205	200	200	200	200
Subgrade CBR $\geq 10$	260	150	150	150	150	150	150	150	150
Subgrade CBR $\geq 15$	200	150	150	150	150	150	150	150	150

## **2.15 Rencana Anggaran Biaya**

Rencana Anggaran Biaya suatu proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Rencana Anggaran Biaya merupakan jumlah dari masing-masing hasil perkalian volume dengan harga Satuan pekerjaan yang bersangkutan. (Bachtiar Ibrahim, 2003:165)

Secara Umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \dots\dots\dots (9)$$

Dalam menyusun anggaran biaya dibutuhkan data volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan.

### **2.15.1 Volume Pekerjaan**

Volume Pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya) melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Volume pekerjaan untuk setiap mata pembayaran disesuaikan dengan kebutuhan per kegiatan pekerjaan yang dicantumkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga (*bill off quantity, BOQ*).

### **2.15.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan**

Harga Satuan Pekerjaan adalah jumlah harga bahan, upah tenaga kerja sewa alat berdasarkan perhitungan analisis yang harus dibayar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Analisa harga satuan pekerjaan diperoleh dari analisa standart yang digunakan oleh Dinas Pekerjaan Umum atau menyusun sendiri berdasarkan pengalaman. Sebelum menghitung analisa harga satuan pekerjaan yang harus dilakukan yaitu menyusun daftar harga bahan dan upah tenaga kerja yang berlaku pada saat ini.



Rumus Harga Satuan Pekerjaan sebagai berikut (Bachtiar Ibrahim, 1993:133):

$$\text{HSP} = \sum (\text{koefisien} \times \text{harga satuan pasar}) \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

- Koefisien = angka pengali
- Harga satuan pasar = harga yang berlaku pada saat ini.
- $\sum$  (...) = jumlah seluruh komponen yang terlibat dalam suatu pekerjaan

Komponen untuk menyusun harga satuan pekerjaan (HSP) diperlukan data Harga Satuan Dasar upah, Harga Satuan Dasar alat dan Harga Satuan Dasar bahan.

Langkah-langkah analisis Harga Satuan Pekerjaan (HSP) adalah sebagai berikut :

1. Asumsi  
Menetapkan penggunaan alat secara manual atau mekanis sesuai dengan pekerjaan mekanis dan pekerjaan manual dan faktor yang mempengaruhi analisis produktifitas.
2. Mengurutkan pekerjaan atau metode kerja  
Mengurutkan pekerjaan yang akan dilakukan baik menggunakan alat secara manual atau mekanis sesuai dengan informasi dalam asumsi tersebut dan sesuai dengan urutan pekerjaan.
3. Pemakaian bahan, alat dan tenaga kerja
  - a. Koefisien bahan yang digunakan sesuai dengan koefisien bahan menggunakan rumus koefisien bahan dengan proporsi persen dalam satuan  $\text{m}^3$  yaitu  $\% \text{ Bahan} \times (\text{Berat isi padat} \times 1 \text{ m}^3 \times F_h) / \text{Berat isi lepas}$ , Koefisien bahan dengan komposisi persen dalam satuan kg yaitu  $\% \text{ Bahan} \times (\text{Berat isi padat} \times 1 \text{ m}^3 \times F_h) \times 1000$ , Koefisien bahan lepas atau padat per  $\text{m}^3$  yaitu  $1 \text{ m}^3 \times F_k \times F_h$

Keterangan :

- %bahan = presentase bahan (agregat, tanah dan lain-lain) yang digunakan dalam suatu campuran
- 1 m<sup>3</sup> = salah satu satuan pengukuran bahan atau campuran
- F<sub>h</sub> = faktor kehilangan bahan berbentuk curah atau kemasan yang besarnya bervariasi
- F<sub>k</sub> = faktor pengembangan
- 1000 = perkalian dari satuan ton ke kg
- n = bilangan tetap yang ditulis *sub script*

b. Koefisien alat

- Menetapkan jenis alat, kapasitas alat atau volume yang mampu diproduksi alat (C<sub>p</sub> atau V) dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi (misal faktor *bucket*, faktor efisiensi alat dan faktor lainnya).
- Hitung waktu siklus (T<sub>s</sub>) yaitu  $T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$  atau  $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$  dalam satuan menit

Keterangan :

- T<sub>1</sub> = waktu mulai ditempuh sampai penuh
- T<sub>2</sub> = waktu menuju tempat penumpahan
- T<sub>3</sub> = lama penumpahan
- T<sub>4</sub> = waktu kembali kosong ke tempat semula
- Menghitung kapasitas produksi alat per jam (Q<sub>i</sub>) menggunakan rumus-rumus yang sesuai dengan jenis alat yang digunakan.
  - Menghitung koefisien alat (dalam satuan jam/ satuan pengukuran)
  - Bila diperlukan alat bantu cantumkan jenis dan jumlahnya. Perhitungan alat bantu adalah lumpsum dan harganya relatif kecil sehingga tidak diperhitungkan koefisien alatnya.

- c. Koefisien tenaga kerja
  - Menetapkan kapasitas produksi alat per jam ( $Q_i$ ) sebagai alat produksi yang paling menentukan kesinambungan pekerjaan.
  - Menghitung produksi alat per hari ( $Q_t$ )
  - Menetapkan kebutuhan jenis tenaga kerja ( $L_i$ ) dan jumlah tenaga kerja (satuan orang) untuk pekerjaan tersebut sesuai dengan jenis tenaga kerja.
  - Menghitung koefisien tenaga kerja setiap jenis tenaga kerja dengan menggunakan rumus 60,61,62
- d. Perekaman analisis harga satuan
  - Menyusun jenis tenaga (A), jenis bahan (B) dan jenis peralatan (C) masing-masing lengkap dengan satuan, koefisien dan harga satuan.
  - Menyusun jumlah harga tenaga kerja (A), jumlah harga bahan (B) dan jumlah harga peralatan (C) yang digunakan.
  - Menjumlahkan seluruh harga tersebut sebagai total harga pekerjaan ( $D$ ) =  $A + B + C$
  - Menghitung biaya *overhead* dan keuntungan, contoh 15%,  
 $E = 15\% \times D$
  - Menghitung harga satuan pekerjaan  $F = D + E$

### 2.15.3 Estimasi Biaya Kegiatan

Estimasi biaya suatu kegiatan pekerjaan meliputi mobilisasi dan biaya pekerjaan. Biaya pekerjaan adalah total seluruh volume pekerjaan yang masing-masing dikalikan dengan harga satuan pekerjaan. Estimasi biaya termasuk pajak-pajak.

#### 1. Mobilisasi

Biaya mobilisasi meliputi sewa tanah, peralatan, fasilitas kantor, fasilitas laboratorium, dan mobilisasi lainnya. Biaya sewa tanah per  $m^3$ , mobilisasi peralatan pada umumnya alat-alat berat yang harus

didatangkan ke lokasi. Fasilitas kantor meliputi peralatan alat tulis kantor, alat komunikasi, printer, computer, AC, furniture dll.

## 2. Biaya Pembayaran

- Harga satuan pekerjaan setiap mata pembayaran

Harga satuan pekerjaan setiap mata pembayaran adalah harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian metode pelaksanaan, yang memuat jenis, kuantitas dan harga satuan dasar dari komponen tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang diperlukan dan di dalamnya sudah termasuk biaya umum dan keuntungan.

- Harga pekerjaan setiap mata pembayaran

Harga pekerjaan setiap mata pembayaran disesuaikan dengan kebutuhan per kegiatan pekerjaan yang dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga BOQ yang merupakan daftar seluruh hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan.

- Harga total seluruh mata pembayaran

Harga total seluruh mata pembayaran merupakan jumlah dari seluruh hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan masing-masing mata pembayaran, belum termasuk pajak-pajak.

- Pajak pertambahan nilai (PPN)

Pajak Pertambahan Nilai (PPN) besarnya adalah 10% dari harga total seluruh mata pembayaran.

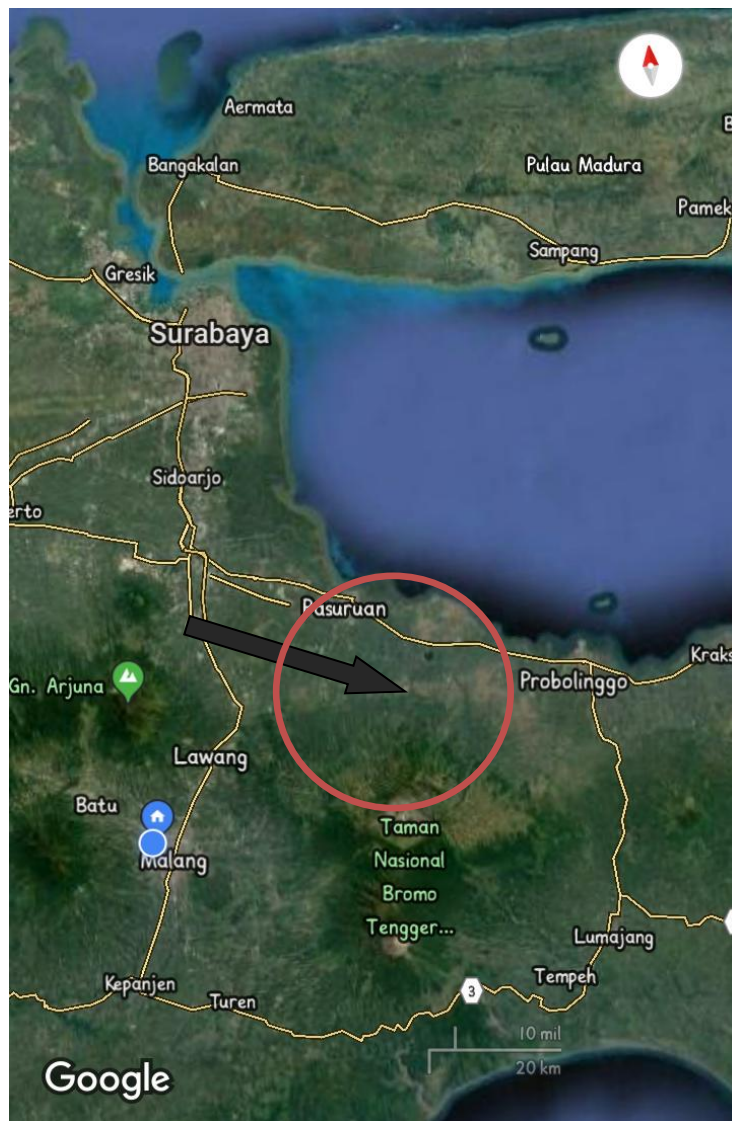
- Perkiraan (estimasi) biaya pekerjaan (kegiatan pekerjaan)

Perkiraan biaya kegiatan pekerjaan merupakan jumlah dari harga total seluruh mata pembayaran ditambah dengan pajak pertambahan nilai (PPN).

## BAB III METODE STUDI

### 3.1 Lokasi Studi

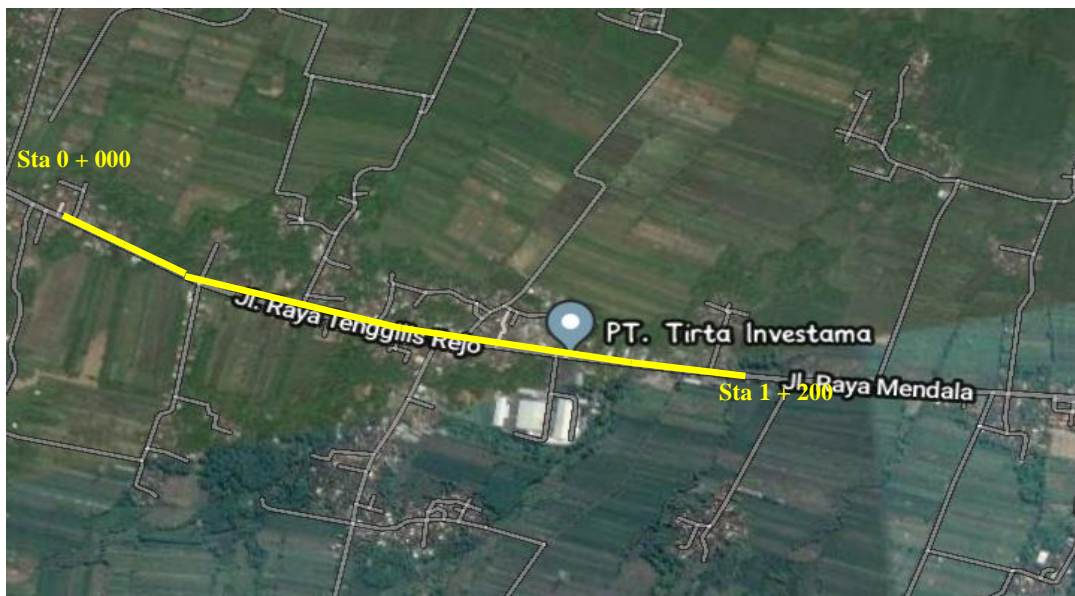
Perencanaan peningkatan jalan ini dilakukan di Ruas Jalan Tenggilis rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan dengan panjang jalan Sta 0+000 s/d Sta 1+200.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Jawa Timur



**Gambar 3.2** Peta Lokasi Kabupaten Pasuruan



**Gambar 3.3** Peta Lokasi Jalan Tenggilis Rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan  
Sta 0 + 000 s/d Sta 1 + 200



**Gambar 3.3** Lokasi Perencanaan

### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Setiap perencanaan akan membutuhkan data untuk menyelesaikan perencanaan yang akan dilakukan. Perencanaan juga membutuhkan data-data pendukung yaitu data primer dan data sekunder. Data-data yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data kearsipan yang dapat diperoleh dari perusahaan atau badan tertentu dan pihak instan terkait, data tersebut antara lain :

a. Data Lalulintas Harian Rata-rata

Data Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) pada tahun 2016 dari Consultan yang dinaungi oleh kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Pasuruan.

b. Data Tanah

Data penyelidikan tanah untuk mendapatkan CBR tanah dasar yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan di dapat dari hasil tes DCP (Dynamic Cone Penetrometer) yang dilaksanakan dengan interval 100

meter pada tahun 2016 diperoleh dari Consultan yang dinaungi oleh kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Pasuruan.

c. Data Gambar Jalan

Data gambar jalan diperoleh dari dari Consultan yang dinaungi oleh kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Pasuruan.

d. Data Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan

Data Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan tahun 2016 dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Pasuruan.

### **3.3 Metode Analisa Studi**

#### **3.3.1 Kriteria Perencanaan**

Kriteria Perencanaan Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan merupakan jalan lokal dan direncanakan jumlah jalur sebanyak satu lajur. Dengan panjang jalan 1,2 km.

#### **3.3.2 Metode Analisa Studi**

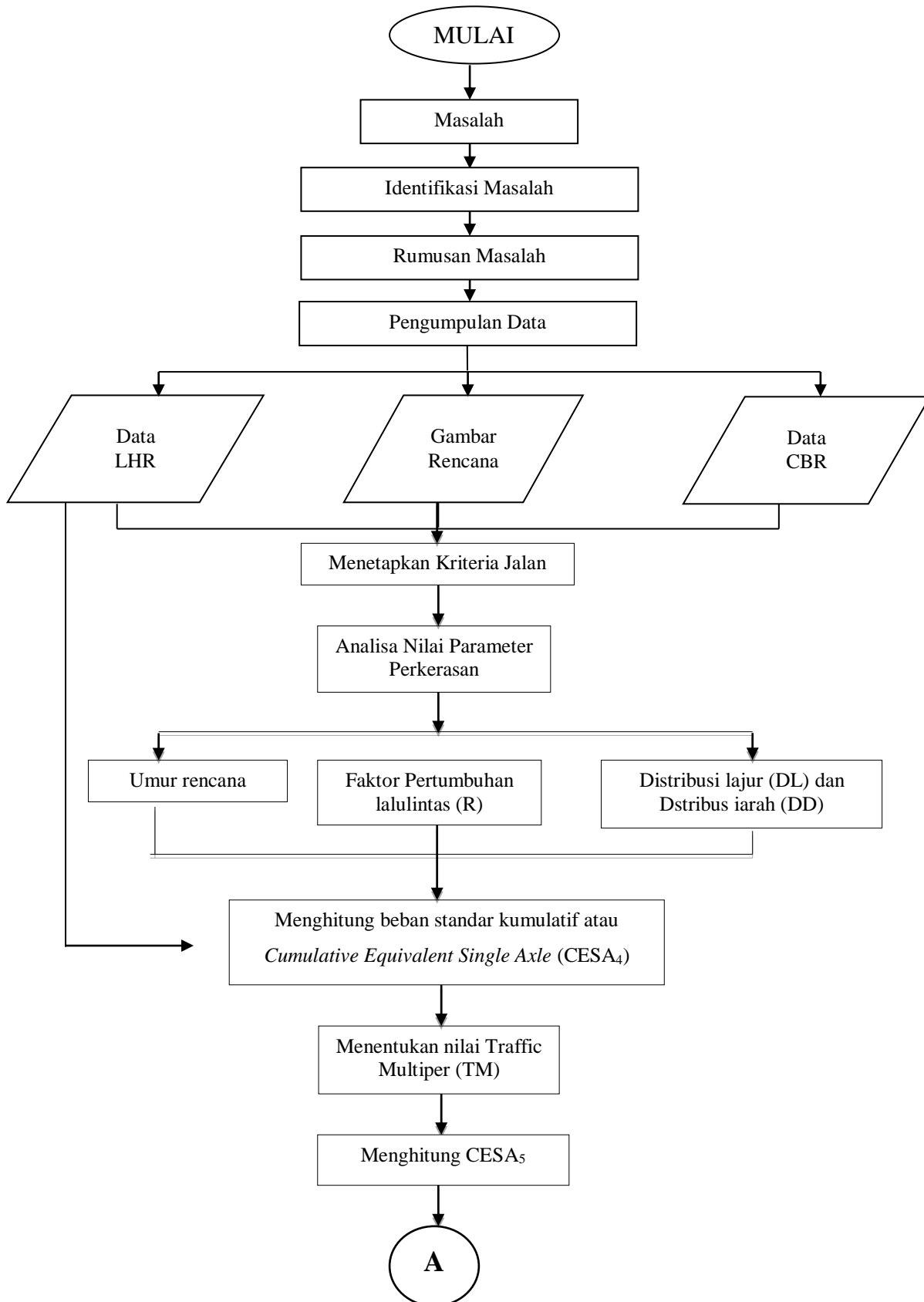
Metode analisa studi akan menjelaskan langkah-langkah dalam perencanaan perkerasan lentur. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

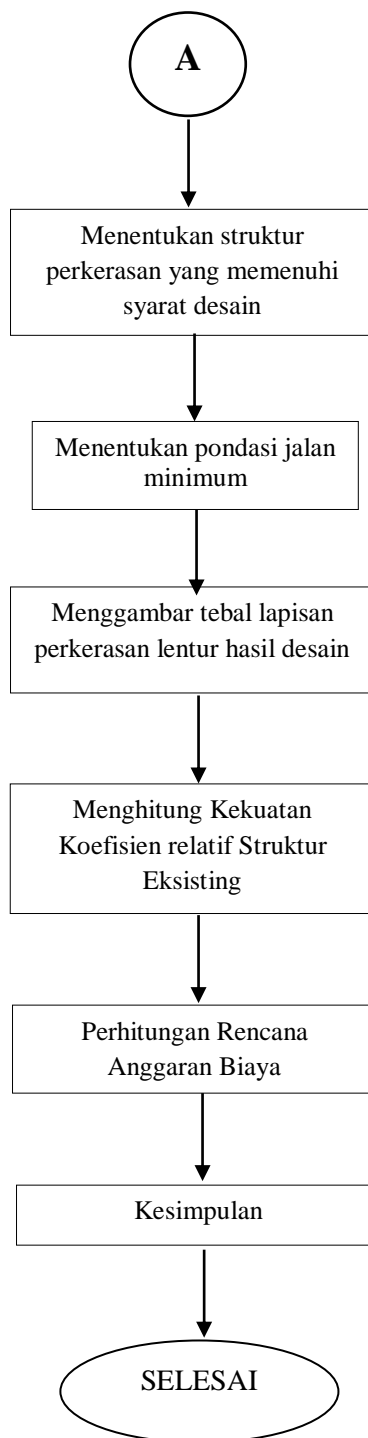
1. Pengumpulan data-data yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan lentur yaitu data LHR, Data pertumbuhan Lalu lintas, Data CBR dan lain lain.
2. Penetapan Kriteria Jalan  
Dalam menetapkan Kriteria Teknis Jalan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19/PRT/M/2011 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan. Berdasarkan
3. Pengolahan Data Perkerasan
4. Menetapkan Umur Rencana
5. Perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas (R)
6. Menentukan faktor Dsistribusi Lajur (DL)



7. Menghitung beban standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA<sub>4</sub>)
8. Menentukan nilai *Traffic Multipler* (TM)
9. Menghitung CESA<sub>5</sub>
10. Menentukan pondasi jalan minimum  
Menentukan pondasi jalan minimum dilihat dari tabel chart desain solusi pondasi jalan minimum dengan menggunakan data CBR tanah dasar.
11. Menentukan tipe perkerasan dari tabel atau dari pertimbangan biaya (*analisis discounted whole of life cost*)
12. Menentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat.
13. Menggambar tebal lapisan perkerasan lentur hasil desain.
14. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya  
Perhitungan Rencana Anggaran Biaya ini termasuk menentukan volume pekerjaan perkerasan lentur, analisa biaya dan rekapitulasi RAB yang mengacu kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

### 3.4 Diagram Alir Studi Perencanaan





**Gambar 3.4** Diagram Alir Studi Perencanaan

## **BAB IV**

### **PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR**

#### **4.1 Gambaran Umum Lokasi Studi**

Ruas jalan Tenggilis rejo – Winongan merupakan jalan lokal primer dengan type jalan 1 jalur, 1 lajur, 2 arah. Lebar rencana badan jalan 5 m sesuai dengan persyaratan teknis jalan untuk ruas jalan dalam sistem jaringan jalan primer peraturan pekerjaan umum nomer 19 tahun 2011.

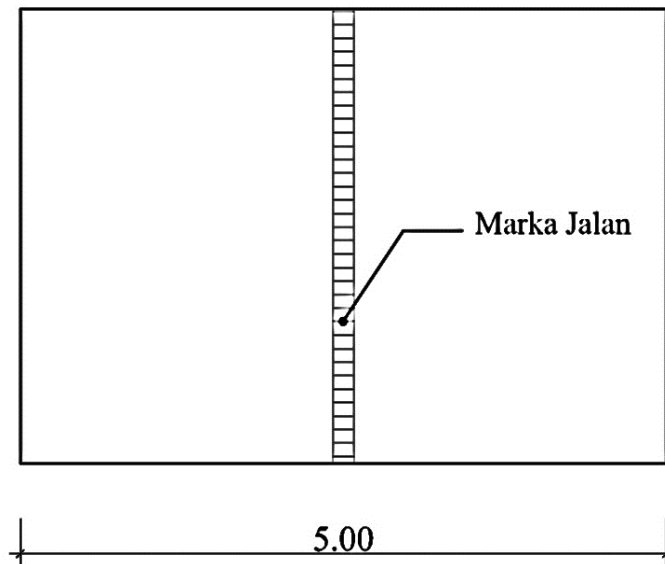
Berdasarkan fungsinya jalan Tenggilis rejo – Winongan ini merupakan jalan lokal dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. Berdasarkan statusnya jalan Tenggilis rejo – Winongan adalah jalan kabupaten sedangkan berdasarkan kelasnya jalan ini adalah jalan kelas III.

Untuk keadaan topografinya , banyaknya kendaraan berat yang melintas di sepanjang jalan Tenggilis rejo – Winongan akibat dari banyaknya perindustrian yang menjadikan jalan ini rusak .

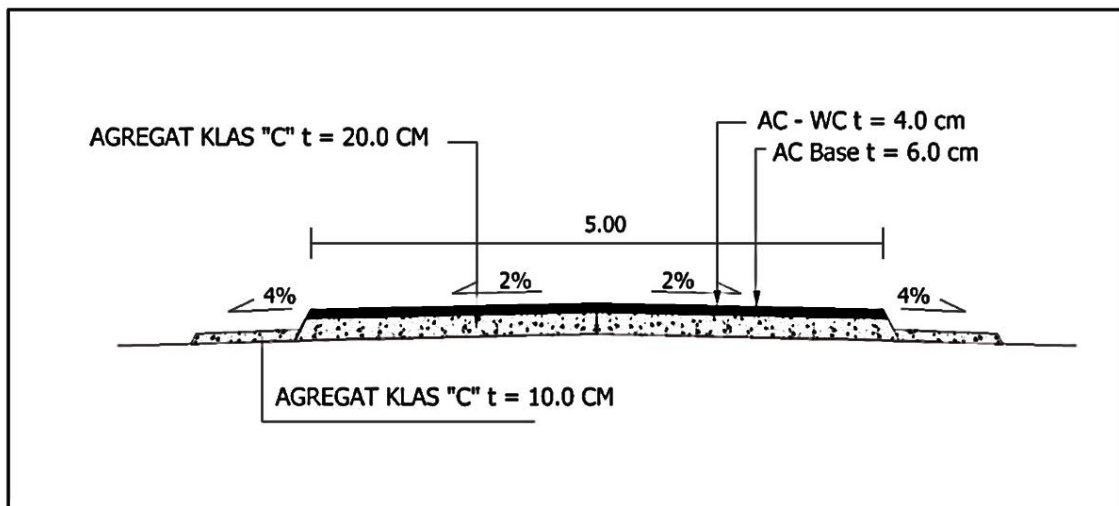
#### **4.2 Penetapan Kriteria Teknis Jalan**

Dalam menetapkan Kriteria Jalan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Manual Perkerasan jalan revisi juni 2017 nomor 04/SE/Db/2017 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan.

a. Fungsi Jalan	=	Jalan Lokal
b. Status Jalan	=	Jalan Kabupaten
c. Kelas Jalan	=	Kelas III
d. Type Jalan	=	1 jalur, 2 lajur 2 arah
e. Lebar Lajur Lalulintas	=	2 x 4 meter
f. Kemiringan Perkerasan Jalan	=	2 % (Lamp. Permen PU no.19)
g. Kemiringan Bahu Jalan	=	4 % (Lamp. Permen PU no.19)
h. Umur Rencana	=	20 tahun
i. Panjang Jalan rencana	=	1200 m



**Gambar 4. 1** Denah Jalan Lama ( eksisting )



**Gambar 4. 2** Potongan Melintang Eksisting

Catatan : Untuk gambar potongan melintang per section (per 100 m) di Lampiran

### 4.3 Analisa Nilai Parameter Perkerasan

#### 4.3.1 Lintas Harian Rata – rata

**Tabel 4. 1** Lalulintas Harian Rata-rata Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan Tahun 2015-2017

No.	Jenis Kendaraan	Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017
1	Sepeda Motor	654 kend/hari	712 kend/hari	775 kend/hari
2	Mobil Penumpang / pick up	259 kend/hari	271 kend/hari	286 kend/hari
3	Bus sedang 8 ton	21 kend/hari	23 kend/hari	26 kend/hari
4	truk kecil 2 as 13 ton	102 kend/hari	113 kend/hari	121 kend/hari
5	truk besar 3 as 20 ton	213 kend/hari	243 kend/hari	261 kend/hari
	Jumlah kend/hari	1249	1362	1469
	Jumlah kend/tahun	455885	497130	536185

Sumber : Bina Marga Kabupaten Pasuruan

Menurut Pedoman Manual Kapasitas Jalan 2014 untuk mengubah satuan skr/hari ke skr/jam dikalikan dengan faktor k sebesar 0,08. Berikut perhitungan Satuan Kendaraan Ringan pada LHR harian tahun 2017 :

**Tabel 4. 2** Perhitungan Satuan Kendaraan Ringan pada Lalulintas Harian Rata-rata tahun 2017

No	Jenis Kendaraan	LHRTi (kend/hari)	EKR	LHRTi x EKR (skr/hari)	Faktor k	LHRTi x EKR (skr/jam)
1	Sepeda Motor	775	0,90	697,50	0,08	55,80
2	Mobil Penumpang / pick up	286	1,80	514,80	0,08	41,18
3	Bus sedang 8 ton	26	1,20	31,20	0,08	2,50
4	truk kecil 2 as 13 ton	121	1,80	217,80	0,08	17,42
5	truk besar 3 as 20 ton	261	1,80	469,80	0,08	37,58
	<b>Jumlah</b>			<b>1931,10</b>		<b>154,49</b>

### 4.3.2 Tingkat Pertumbuhan Lalulintas (R)

Pertumbuhan Lalulintas dilihat dari perbandingan nilai pertumbuhan lalu lintas rata-rata jumlah kendaraan pertahun maka perhitungan nilai rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan pertahun dihitung total jumlah kendaraan menurut LHR jalan Tenggilis rejo 3 tahun kebelakang yaitu 2015,2016 dan 2017.

Contoh perhitungan pertumbuhan lalulintas rata-rata pada tahun 2015-2017 dari data LHR :

$$i = \frac{LHR_{n-1} - LHR_n}{LHR_{n-1}} \times 100\%$$

Jenis Kendaraan : Sepeda Motor

1. LHR tahun 2015 = 654 kendaraan/hari
2. LHR tahun 2016 = 712 kendaraan/hari
3. LHR tahun 2017 = 775 kendaraan/hari

Petumbuhan lalulintas tahun 2015-2016 :

$$i = \frac{712 - 654}{712} \times 100\% = 8,146 \%$$

Petumbuhan lalulintas tahun 2016-2017 :

$$i = \frac{775 - 712}{775} \times 100\% = 8,129 \%$$

Pertumbuhan rata-rata setiap kendaraan (%) setiap tahunnya yaitu

$$\dot{i}_{\text{rata-rata sepeda motor}} = \frac{8,146 + 8,129}{2} = 8,138 \%$$

Dengan cara yang sama maka hasil di dapat pada tabel 4.3 seperti di bawah ini.

**Tabel 4. 3** Pertumbuhan Rata-rata Lalulintas Umur Rencana 20 Tahun Ruas  
Tenggilis rejo

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2015 - 2016	Tahun 2016 - 2017	Pertumbuhan rata-rata ( %)
1	Sepeda Motor	8,146	8,129	8,138
2	Mobil Penumpang / pick up	4,428	5,245	4,836
3	Bus sedang 8 ton	8,696	11,538	10,117
4	truk kecil 2 as 13 ton	9,735	6,612	8,173
5	truk besar 3 as 20 ton	12,346	6,897	9,621

Contoh perhitungan faktor pertumbuhan lalulintas rata-rata pada tahun 2015-2017 dari data pertumbuhan lalulintas dan umur rencana dihitung menggunakan rumus 1 sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- UR = umur rencana (tahun)

- Jenis kendaraan = Sepeda Motor
- Umur rencana (UR) = 20 tahun
- Pertumbuhan rata-rata lalulintas = 8,138 %

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \\
 &= \frac{(1+0,01( 0,08138))^{20} - 1}{0,01 (0,08138)} \\
 &= 20,1554
 \end{aligned}$$



Contoh perhitungan LHRT pada umur rencana yang direncanakan :

1. Umur rencana 5 tahun

$$\text{LHRT setelah tahun ke } n = \text{LHRT}_n (1 + r)^{n-1}$$

$$\text{Jenis Kendaraan} = \text{Sepeda Motor}$$

$$\text{LHRT}_{2017} = 775 \text{ skr/hari}$$

$$\text{EKR} = 0,9$$

$$\text{LHRT}_{2017} \times \text{EKR} = 697,50 \text{ skr/hari}$$

$$\text{Faktor } k = 0,08 \text{ (untuk mengubah satuan dari skr/hari ke skr/jam)}$$

$$\begin{aligned} \text{LHRT}_{2017} \times \text{EKR} \times k &= 697,50 \times 0,08 \\ &= 55,80 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i}$$

$$R = 5,0081$$

$$\begin{aligned} \text{LHRTT}_{5\text{TH}} &= \text{LHRT}_{2017} (1 + R)^{n-1} \\ &= 55,80 \times (1 + 5,0081)^{5-1} \\ &= 67,846 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

**Tabel 4. 4** Perhitungan LHRT pada umur rencana 5TH, 10TH dan 20TH

	Jenis Kendaraan	LHRTi x EKR (skr/jam)	Umur Rencana					
			5TH		10TH		20TH	
			R	LHRTT	R	LHRTT	R	LHRTT
1	Sepeda Motor	55,80	5,0081	67,85	10,037	131,97	20,155	1827,07
2	Mobil Penumpang / pick up	41,18	5,0048	50,07	10,022	97,28	20,092	1335,08
3	Bus sedang 8 ton	2,50	5,0101	3,04	10,046	5,91	20,193	82,22
4	truk kecil 2 as 13 ton	17,42	5,0082	21,19	10,037	41,21	20,156	570,58
5	truk besar 3 as 20 ton	37,58	5,0096	45,70	10,043	88,94	20,184	1236,17
	<b>Jumlah</b>	<b>154,49</b>		<b>187,84</b>		<b>365,30</b>		<b>5051,12</b>

Dengan cara yang sama maka pada tabel diatas maka didapatkan lalulintas harian rata-rata umur rencana 5 tahun yaitu 187,84 skr/jam, umur rencana 10 tahun yaitu 365,3 skr/jam dan umur rencana 20 tahun yaitu 5051,12 skr/jam.

**Tabel 4. 5** Faktor Pertumbuhan Rata-rata Lalulintas ( R) Umur Rencana 20 Tahun  
Ruas Tenggilis rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan

No.	Jenis Kendaraan	Pertumbuhan Lalulintas (i) %	Faktor Pertumbuhan Lalulintas (R)
1	Sepeda Motor	8,138	20,1554
2	Mobil Penumpang / pick up	4,836	20,0922
3	Bus sedang 8 ton	10,117	20,1934
4	truk kecil 2 as 13 ton	8,173	20,1561
5	truk besar 3 as 20 ton	9,621	20,1839

#### 4.3.3 Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)

Faktor Distribusi Arah (DD) untuk jalan dua arah umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada suatu arah tertentu. Faktor Distribusi Lajur dapat dilihat pada **tabel 2.4** sebagai berikut :

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Dari tabel diatas diambil jumlah lajur 1 untuk setiap arah menghasilkan kendaraan niaga pada lajur desain 100 % terhadap populasi kendaraan niaga.

#### 4.4 Beban Standar Kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axle* (CESA<sub>4</sub>)

Contoh perhitungan Beban Standar Kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axle* (CESA<sub>4</sub>) umur rencana 20 Tahun dihitung dengan menggunakan rumus 4 sebagai berikut :

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- ESA<sub>TH-1</sub> = kumulatif lintas sumbu standar ekivalen (equivalent standard axie) pada tahun pertama
- LHR<sub>JK</sub> = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan ringan)
- VDF<sub>JK</sub> = Faktor Ekivalen Beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga Tabel 2.5 dan Tabel 2.6
- DD = Faktor distribusi arah
- DL = Faktor distribusi lajur Tabel 2.4
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Contoh perhitungan LHRT pada umur rencana 20 tahun :

$$LHRT \text{ setelah tahun ke } n = LHRT_n (1 + R)^{n-1}$$

- Jenis Kendaraan : Sepeda Motor
- LHRT<sub>2017</sub> : 55,80 kend/hari
- R : 20,1554
- LHRTT<sub>20TH</sub> = LHRT<sub>2017</sub> (1 + R)<sup>n-1</sup>  
 = 55,80 x (1 + 20,1554)<sup>20-1</sup>  
 = 1827,07 kend/jam

**Tabel 4. 6** Perhitungan LHR – JK Umur Rencana 20 Tahun Ruas Tenggilis rejo – Winongan Kabupaten Pasuruan

No	Jenis Kendaraan	LHRT (kend/jam)	Umur Rencana 20 TH	
			R	LHRT
1	Sepeda Motor	55,80	20,155	1827,07
2	Mobil Penumpang / pick up	41,18	20,092	1335,08
3	Bus sedang 8 ton	2,50	20,193	82,22
4	truk kecil 2 as 13 ton	17,42	20,156	570,58
5	truk besar 3 as 20 ton	37,58	20,184	1236,17
	<b>Jumlah</b>	<b>116,90</b>		<b>5051,12</b>

Dengan perhitugan yang sama maka di dapat hasil CESA dengan analisa sebagai berikut :

Jenis Kendaraan = Bus Sedang (8 ton)

VDF<sub>JK</sub> = 0,8 (Bus Sedang (8 ton) )

VDF<sub>JK</sub> didapatkan pada tabel 2.7 yaitu VDF<sub>JK</sub> sepeda motor dan mobil penumpang adalah 0 , Bus Sedang (8 ton) adalah 0,8 , Truk kecil 2 as (13 ton) , sedangkan Truk besar 3 as (20 ton) dengan konfigurasi sumbu yang terdapat pada tabel 2.22

$$\begin{aligned} \text{ESA}_{\text{TH-1(4)}} &= (\text{LHR}_{\text{JK}} \times \text{VDF}_{\text{JK}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= (82,220 \times 0,8) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 20,155 \\ &= 242403,179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CESA}_4 &= \text{Kumulatif beban sumbu standar ekivalen} \\ &= \text{ESA}_4 \text{ sepeda motor} + \text{ESA}_4 \text{ mobil penumpang} + \text{ESA}_4 \\ &\quad \text{Bus sedang (8 ton)} + \text{ESA}_4 \text{ Truk 2 as (13 ton)} + \text{ESA}_4 \\ &\quad \text{Truk besar 3 as (20 ton)} \\ &= 0 + 0 + 242403,179 + 1679088,305 + 3642813,759 \\ &= 5.564.305 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 7** Dengan Perhitungan yang Sama Maka Beban Standar Kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axle (CESA<sub>4</sub>)* Umur Rencana 20Tahun

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR-JK	VDF-JK	DD	DL	R	ESA
1	Sepeda Motor	1.1	1827,068	0	0,5	100	20,155	0,000
2	Mobil Penumpang / pick up	1.1	1335,079	0	0,5	100	20,092	0,000
3	Bus sedang 8 ton	1.2	82,220	0,8	0,5	100	20,193	242403,179
4	truk kecil 2 as 13 ton	1.2	570,578	0,8	0,5	100	20,156	1679088,305
5	truk besar 3 as 20 ton	1.22	1236,175	0,8	0,5	100	20,184	3642813,759
Jumlah			5051,120	CESA				5564305,244

**Tabel 2. 14** Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Uraian		Konfigurasi sumbu	Muatan <sup>2</sup> yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA)		
	Klasifikasi Lama	Alternatif				Semua kend. bermotor	Semua kend. bermotor kecuali Sepedamotor	VDF4	VDF5	
KENDARAANNIAGA	1	1	Sepeda Motor	1.1	2	30,4				
	2, 3,4	2, 3,4	Sedan / Angkot / Pickup / Stationwagon	1.1	2	51,7	74,3			
	5a	5a	Bus kecil	1.2	2	3,5	5,00	0,3	0,2	
	5b	5b	Bus besar	1.2	2	0,1	0,20	1,0	1,0	
	6a.1	6.1	Truk2 sumbu –cargoringan	1.1	Muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
	6a.2	6.2	Truk2 sumbu –ringan	1.2	tanah,pasir,besi,semen	2			0,8	0,8
	6b1.1	7.1	Truk2 sumbu –cargosedang	1.2	Muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
	6b1.2	7.2	Truk2 sumbu –sedang	1.2	tanah,pasir,besi,semen	2			1,6	1,7
	6b2.1	8.1	Truk2 sumbu –berat	1.2	Muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
	6b2.2	8.2	Truk2 sumbu –berat	1.2	tanah,pasir,besi,semen	2			7,3	11,2
	7a1	9.1	Truk3 sumbu –ringan	1.22	Muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
	7a2	9.2	Truk3 sumbu –sedang	1.22	tanah,pasir,besi,semen	3			281	64,4
	7a3	9.3	Truk3 sumbu –berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer menarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
	7c1	11	Truk4 sumbu -trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
	7c2.1	12	Truk5 sumbu -trailer	1.2-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
	7c2.2	13	Truk5 sumbu -trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
	7c3	14	Truk6 sumbu -trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017,

#### 4.5 *Traffic Multiplier (TM)*

*Traffic Multiplier (TM)* lapisan aspal di Indonesia berkisar 1,8 – 2 maka diambil nilai tengah yaitu 1,9.

#### 4.6 *Cumulatif Equivalent Single Axle (CESA<sub>5</sub>)*

Contoh perhitungan CESA<sub>5</sub> digunakan rumus 5 sebagai berikut :

$$CESA_5 = (TM \times CESA_4) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

CESA : *Cumulative Equivalent Standard Axles*

TM : *Traffic Multiplier*

Umur Rencana 20 Tahun

$$\begin{aligned} CESA_5 &= (TM \times CESA_4) \\ &= 1,9 \times 5564305,244 \\ &= 10.572.180 \end{aligned}$$

#### 4.7 **Pondasi Jalan Minimum**

##### 4.7.1 **Perhitungan CBR<sub>Desain</sub>**

Perhitungan nilai CBR dari nilai pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer) memiliki rumus yang berbeda dalam penggunaan rumus log (CBR) tergantung dari sumber referensi rumus yang diambil. Untuk membandingkan besarnya nilai CBR dari data sekunder maka dihitung kembali nilai CBR dari nilai pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer) dengan rumus yang berbeda sebagai berikut :

- a. Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model dengan konus 60° dengan rumus 7 sebagai berikut :

$$\text{Log (CBR)} = 2,8135 + 1,313 \text{ Log ( DCPI) } \dots\dots\dots (7)$$

(Sumber : *Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007*)

Contoh perhitungan :

**Tabel 4. 8** Pengujian DCP pada STA 0+600

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	18,000	18,000	1,165	14,633	44,027
2	62,000	44,000	0,656	4,525	72,778
3	99,700	37,700	0,744	5,543	66,721
4	134,200	34,500	0,794	6,228	63,475
5	192,600	58,400	0,494	3,120	85,339
Jumlah		192,600			332,339

Sumber : CV. Cipta Abadi

Contoh perhitungan DCP menjadi CBR

1. Penurunan (DCPI) mm/blow = bacaan mistar kedua – bacaan mistar pertama

$$= 18,000 - 0,000$$

$$= 18,000 \text{ mm/tumbukan}$$

2. Log CBR

$$= 2,8135 - 1,313 \text{ Log (DCPI)}$$

$$= 2,8135 - 1,313 \text{ Log (18,000)}$$

$$= 1,165$$

3. CBR

$$= 10^{\text{logCBR}}$$

$$= 10^{1,165}$$

$$= 14,633$$

4.  $h \sqrt[3]{CBR}$

$$= 18,000 \sqrt[3]{14,633}$$

$$= 44,027$$

5. Perhitungan nilai CBR yang mewakili untuk setiap titik pengujian adalah sebagai berikut :

$$\text{CBR titik pengamatan} = \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{CBR_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{CBR_n}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

Keterangan :

$$h_n = \text{hasil dari } h \sqrt[3]{CBR}$$

Jumlah Penurunan DCPI = tebal total penurunan lapisan tanah yang  
diamati dalam cm

$CBR_n$  = hasil dari perhitungan CBR

$$\begin{aligned}
 \text{CBR titik pengamatan} &= \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{CBR_1} + h_2 \sqrt[3]{CBR_2} + h_3 \sqrt[3]{CBR_3} + h_4 \sqrt[3]{CBR_4} + h_5 \sqrt[3]{CBR_5} + h_6 \sqrt[3]{CBR_6}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3 \\
 &= \left\{ \frac{0+44,207+72,778+66,721+63,475+85,339}{0+18+44+37,7+34,5+58,4} \right\}^3 \\
 &= \left\{ \frac{332,339}{192,6} \right\}^3 \\
 &= 5,138 \%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka hasil perhitungan terdapat pada tabel 4.9 seperti yang di bawah ini.

**Tabel 4. 9** Nilai CBR Menggunakan Rumus dari Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007 Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan dengan Interval Jarak 100 meter

STA	CBR (%)
0+000	6,204
0+100	6,989
0+200	5,806
0+300	5,714
0+400	7,186
0+500	7,334
0+600	5,138
0+700	5,674
0+800	9,534
0+900	5,560
1+000	9,580
1+100	6,911
1+200	5,978



- b. Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif dengan rumus :

$$\text{Log (CBR)} = 2,60 - 1,07 \text{ Log (DCPI)} \dots\dots\dots(8)$$

(Sumber : NCDOT (Pavement,1998))

Contoh perhitungan :

**Tabel 4. 10** Pengujian DCP pada STA 0+600

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	18,000	18,000	1,257	18,066	47,231
2	62,000	44,000	0,842	6,942	83,937
3	99,700	37,700	0,913	8,191	75,994
4	134,200	34,500	0,955	9,006	71,779
5	192,600	58,400	0,710	5,128	100,707
Jumlah		192,600			379,648

Sumber : CV. Cipta Abadi

Contoh perhitungan DCP menjadi CBR

1. Penurunan (DCPI) mm/blow = bacaan mistar kedua – bacaan mistar pertama  
 $= 18,000 - 0,000$   
 $= 18,000 \text{ mm/tumbukan}$
2. Log CBR  
 $= 2,60 - 1,07 \text{ Log (DCPI)}$   
 $= 2,60 - 1,07 \text{ Log (18,000)}$   
 $= 1,257$
3. CBR  
 $= 10^{\text{logCBR}}$   
 $= 10^{1,257}$   
 $= 18,066$
4.  $h \sqrt[3]{CBR}$   
 $= 18,000 \sqrt[3]{18,066}$   
 $= 47,231$

Perhitungan nilai CBR yang mewakili untuk setiap titik pengujian adalah sebagai berikut :

$$\text{CBR titik pengamatan} = \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{\text{CBR}_n}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

Keterangan :

$$h_n = \text{hasil dari } h \sqrt[3]{\text{CBR}}$$

Jumlah Penurunan DCPI = tebal total penurunan lapisan tanah

$$\text{CBR}_n = \text{hasil perhitungan CBR}$$

$$\begin{aligned} \text{CBR titik pengamatan} &= \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{\text{CBR}_n}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3 \\ &= \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1} + h_2 \sqrt[3]{\text{CBR}_2} + h_3 \sqrt[3]{\text{CBR}_3} + h_4 \sqrt[3]{\text{CBR}_4} + h_5 \sqrt[3]{\text{CBR}_5} + h_6 \sqrt[3]{\text{CBR}_6}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3 \\ &= \left\{ \frac{0+47,231+83,937+75,994+71,779+10,707}{0+18+44+37,7+34,5+58,4} \right\}^3 \\ &= \left\{ \frac{379,648}{192,6} \right\}^3 \\ &= 7,659 \% \end{aligned}$$

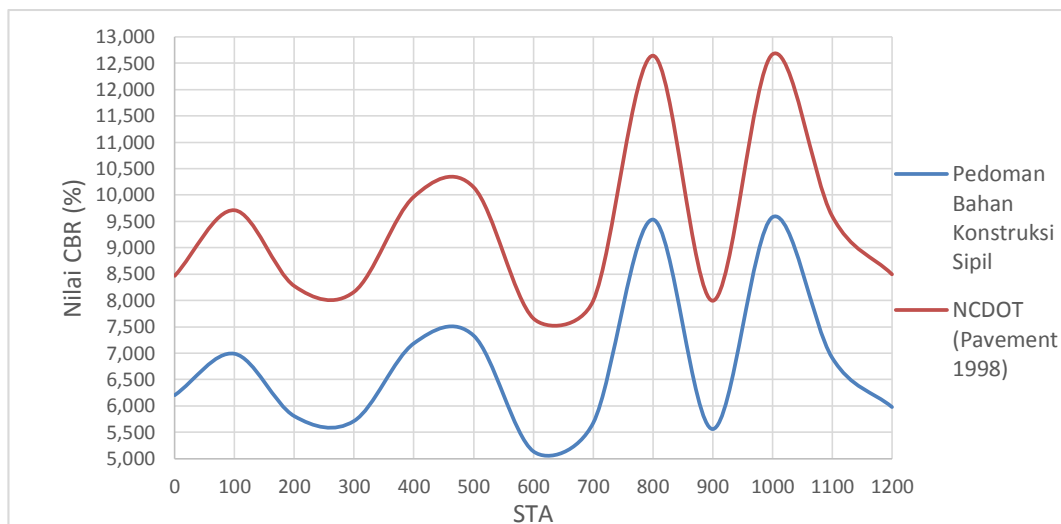
Dengan cara yang sama maka hasil perhitungan terdapat pada tabel 4.11 seperti yang di bawah ini.

**Tabel 4. 11** Nilai CBR Menggunakan Rumus dari NCDOT Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan dengan Interval Jarak 100 meter

STA	CBR (%)
0+000	8,467
0+100	9,711
0+200	8,274
0+300	8,162
0+400	9,966
0+500	10,149
0+600	7,659
0+700	7,991
0+800	12,642
0+900	7,994
1+000	12,668
1+100	9,598
1+200	8,495

**Tabel 4. 12** Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model yang berbeda

Pedoman Bahan Konstruksi Sipil		NCDOT ( <i>Pavement 1998</i> )	
Log(CBR) Konus 60 = 2,8135 - 1,313 Log (DCPI)		Log(CBR) = 2,60 - 1,07 Log (DCPI)	
STA	CBR (%)	STA	CBR (%)
0+000	6,204	0+000	8,47
0+100	6,989	0+100	9,71
0+200	5,806	0+200	8,27
0+300	5,714	0+300	8,16
0+400	7,186	0+400	9,97
0+500	7,334	0+500	10,15
0+600	5,138	0+600	7,66
0+700	5,674	0+700	7,99
0+800	9,534	0+800	12,64
0+900	5,560	0+900	7,99
1+000	9,580	1+000	12,67
1+100	6,911	1+100	9,60
1+200	5,978	1+200	8,50



**Grafik 4. 1** Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model yang Berbeda

Berdasarkan tabel dari hasil perbandingan kedua model rumus diatas hasil perhitungan menggunakan rumus NCDOT (*pavement ;1998*) ( $\text{Log (CBR) = 2,60-1,07 Log (DCPI)}$ ) berbeda jauh dengan hasil perhitungan menggunakan rumus *Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007* menggunakan konus 60° ( $\text{Log (CBR) =$

2,8135 – 1,313 Log(DCPI). Maka nilai CBR yang digunakan untuk perhitungan CBR yang mewakili menggunakan data CBR dari perhitungan CBR menggunakan rumus *Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007* karena nilai CBR akan berpengaruh pada ketebalan lapisan aspal yang direncanakan. Berikut nilai CBR menggunakan rumus *Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007*.

**Tabel 4. 13** Nilai CBR Menggunakan Rumus dari Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007 Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan dengan Interval Jarak 100 meter

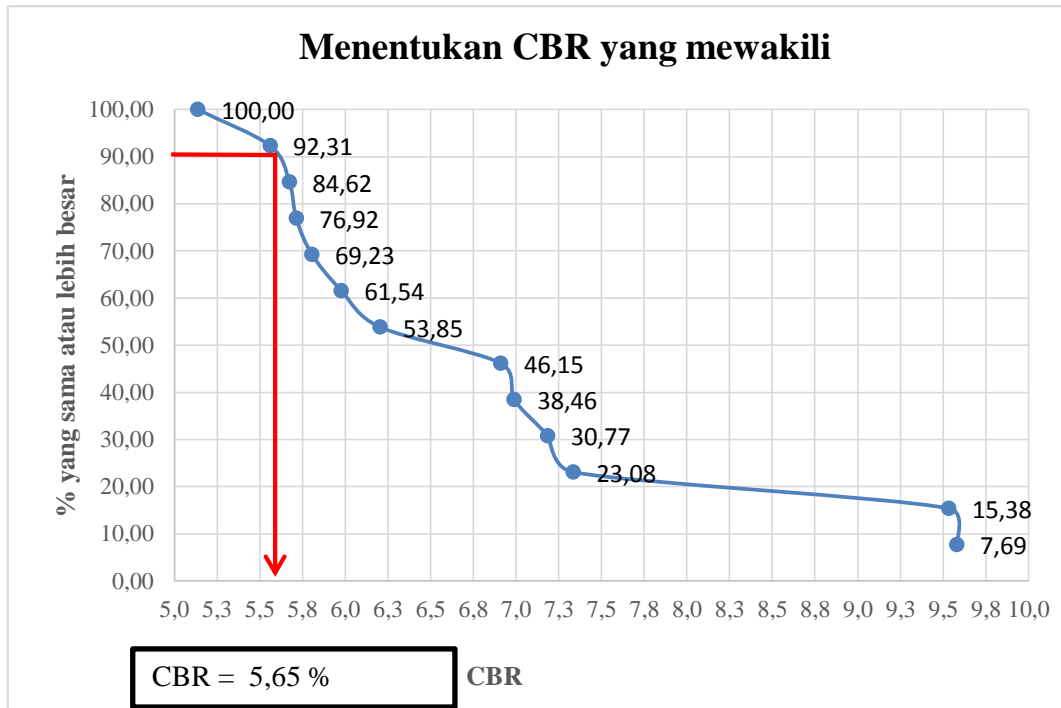
STA	CBR (%)
0+000	6,204
0+100	6,989
0+200	5,806
0+300	5,714
0+400	7,186
0+500	7,334
0+600	5,138
0+700	5,674
0+800	9,534
0+900	5,560
1+000	9,580
1+100	6,911
1+200	5,978

Selain menggunakan dengan cara grafik diatas perhitungan CBR secara grafik dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

**Tabel 4.14** Nilai CBR yang mewakili :

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
5,138	13	$13 : 13 \times 100 \% = 100,00 \%$
5,560	12	$12 : 13 \times 100 \% = 92,31 \%$
5,674	11	$11 : 13 \times 100 \% = 84,62 \%$
5,714	10	$10 : 13 \times 100 \% = 76,92 \%$
5,806	9	$9 : 13 \times 100 \% = 69,23 \%$
5,978	8	$8 : 13 \times 100 \% = 61,54 \%$
6,204	7	$7 : 13 \times 100 \% = 53,85 \%$
6,911	6	$6 : 13 \times 100 \% = 46,15 \%$
6,989	5	$5 : 13 \times 100 \% = 38,46 \%$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

1	2	3
7,186	4	$4 : 13 \times 100 \% = 30,77 \%$
7,334	3	$3 : 13 \times 100 \% = 23,08 \%$
9,534	2	$2 : 13 \times 100 \% = 15,38 \%$
9,580	1	$1 : 13 \times 100 \% = 7,69 \%$



**Grafik 4.2** Grafik Untuk Menentukan CBR yang mewakili dengan Cara Grafis menurut buku Hendarsin, Shirley L. (2000)

Dari grafik diatas didapatkan CBR yang mewakili = 5,65 % dengan menggunakan perhitungan CBR jalan secara grafik menurut buku Hendarsin, Shirley L. (2000)

#### 4.7.2 Tebal Pondasi Minimum

Dengan perhitungan didapatkan CBR yang mewakili untuk menentukan tebal pondasi jalan yang akan direncanakan. Menentukan tebal pondasi jalan dengan menggunakan tabel 2.10 Bagan Desain-2 Desain Pondasi Jalan Minimum. Menentukan pondasi jalan minimum dengan perhitungan  $CBR_{\text{desain}}$  yaitu  $CBR_{\text{rencana}} = 5,65 \%$

Dengan umur rencana 40 tahun sesuai persyaratan tabel maka didapat perhitungan sebagai berikut :

**Tabel 4. 15** Nilai LHRT pada Umur rencana 40 Tahun

No	Jenis Kendaraan	LHRT (kend/jam)	Umur Rencana 40 TH	
			R	LHRT
1	Sepeda Motor	55,80	40,641	33345614,99
2	Mobil Penumpang / pick up	41,18	40,380	22886521,52
3	Bus sedang 8 ton	2,50	40,799	1558362,66
4	truk kecil 2 as 13 ton	17,42	40,644	10420600,68
5	truk besar 3 as 20 ton	37,58	40,760	23208918,12
<b>Jumlah</b>		<b>116,90</b>		<b>91420017,97</b>

**Tabel 4. 16** Nilai CESA<sub>5</sub> pada umur rencana 40 Tahun

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	ESA	TM	CESA 5
1	Sepeda Motor	1.1	0,00	1,9	0
2	Mobil Penumpang / pick up	1.1	0,00	1,9	0
3	Bus sedang 8 ton	1.2	9282704184,22	1,9	17637137950
4	truk kecil 2 as 13 ton	1.2	61836318395,61	1,9	117489004952
5	truk besar 3 as 20 ton	1.22	138114240284,12	1,9	262417056540
<b>Jumlah</b>			<b>209233262863,94</b>		<b>397543199441</b>

Dengan perhitungan yang sama maka di dapat CESA<sub>5</sub> pada umur rencana 40 tahun adalah 397.543.199.441

Pada tabel 2.10 Bagan 2 – Desain Pondasi Jalan Minimum dengan CBR rencana = 5,65 % maka di pakai beban lalulintas rencana > 4 juta ESA<sub>5</sub> dengan kelas kekuatan tanah dasar SG5 dengan menggunakan perkerasan lentur diperlukan perbaikan tanah 100mm.

**Tabel 2.17** Bagan Desain – 2 Desain Fondasi Jalan Minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
		Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
		< 2	2-4	4>	Tebal minimum perbaikan tanah dasar
≥6	SG6	Tidak diperlukan perbaikan			
5	SG5	-	-	100	
4	SG4	100	150	200	300
3	SG3	150	200	300	
2,5	SG2.5	175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)		400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan diatas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	1000	1100	1200	
		650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum –ketentuan lain		1000	1250	1500	

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017)

#### 4.8 Tipe perkerasan (analisis *discounted whole of life cost*)

Untuk menentukan tipe perkerasan (*analisis discounted whole of life cost*) dapat dilihat pada tabel 2.9 Pemilihan Jenis Perkerasan dilihat dari perhitungan yaitu

- Umur rencana = 20 tahun
- CESA<sub>4</sub> = 5.564.305
- CESA<sub>5</sub> = 10.572.180

Jadi dalam tabel 2.9 ESA dalam 20 tahun pangkat 4 diantara 4> juta ESA<sup>4</sup> dan menggunakan jenis perkerasan AC diatas lapis fondasi berbutir menggunakan bagan desain 3B (ESA pangkat 4) seperti tabel 2.9 di bawah ini :

**Tabel 2.9** Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 5 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR $\geq 2,5\%$ )	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaandan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
ACWC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq 100$ mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017

Catatan :

Tingkat kesulitan :

- 1 : kontraktor kecil, medium
- 2 : kontrktor besar dengan sumber daya yang memadai
- 3 : membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis



#### 4.9 Menentukan Struktur Perkerasan

Dari pemilihan perkerasan diatas didapatkan AC tebal  $\geq 100$  mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat5) maka dipilih tabel 2.13 Bagan Desain – 3A Desain Perkerasan Lentur – aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir.

**Tabel 2.20** Bagan Desain – 3B Desain Perkerasan Lentur – aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir ( Sebagai Alternatif dari Bagan Desain – 3 dan 3A )

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ ESA5)	< 2	≥2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
ACWC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

(Sumber : Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017)

Catatan :

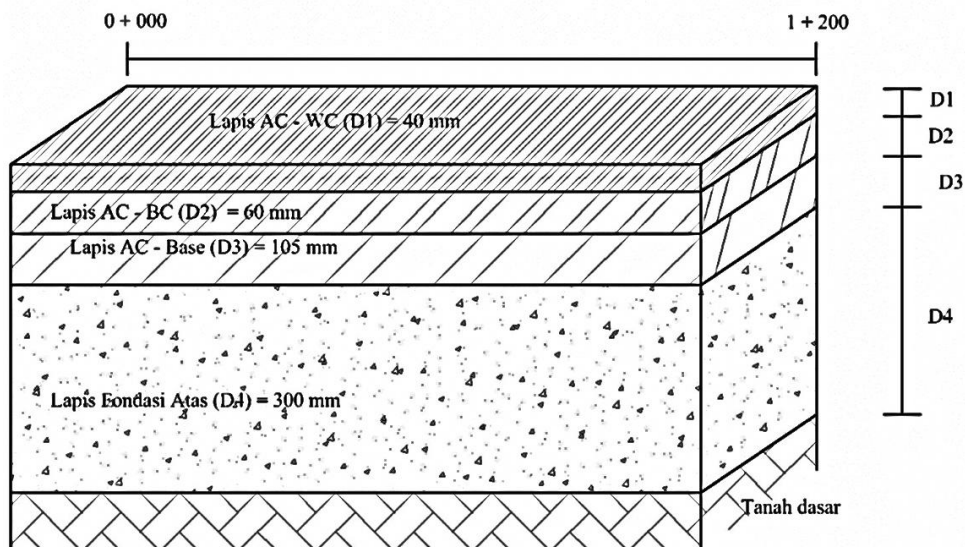
1. FFF1 atau FFF2 harus lebih diutamakan daripada solusi FF1 dan FF2 (Bagan Desain- 3A) atau dalam situasi jika HRS berpotensi mengalami *rutting*.
2. Perkerasan dengan CTB (Bagan Desain-3) dan pilihan perkerasan kaku dapat lebih efektif biaya tapi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia.
3. Untuk desain perkerasan lentur dengan beban >10 juta CESA5, diutamakan menggunakan Bagan Desain- 3. Bagan Desain- 3B digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Solusi dari FFF5 -FFF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan Desain-3 atau 4 untuk situasi konstruksi tertentu seperti: (i) perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis pada pelebaran perkerasan lentur eksisting atau ,(ii) diatas tanah yang berpotensi konsolidasi atau, (iii) pergerakan tidak seragam (dalam hal perkerasan kaku) atau, (iv) jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.

Dalam tabel 2.20 ini didapatkan tebal lapisan struktur perkerasan dari perhitungan  $CESA_5$  yaitu

- Umur rencana = 20 tahun
- $CESA_5$  = 10.572.180
- CBR rencana = 5,65 %

Pada tabel yang memenuhi tabel kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur lebih dari  $>100 - 200 (10^6 ESA_5)$ . Tetapi pada Bagan desain 3B terdapat catatan bahwa penggunaan Bagan Desain 3B pada tabel 2.20 harus lebih diutamakan dari pada Bagan Desain 3A pada tabel 2.19, maka ketebalan lapis perkerasan yang didapatkan adalah :

- AC WC = 40 mm
- AC BC = 60 mm
- AC BASE = 105 mm
- LFA Kelas A = 300 mm



**Gambar 4.3** Penampang Tebal Lapis Perkerasan Jalan Baru

#### 4.10 Struktur Eksisting

Untuk perhitungan pelapisan tambahan (*Overlay*), kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) dinilai dari kondisi lapangan secara *visual* sesuai daftar di bawah ini :

##### 1. Lapis Permukaan

**Tabel 4.17.** Daftar Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

Daftar IX Nilai Kondisi Perkerasan Jalan	
Umumnya tidak retak , hanya sedikit <i>deformasi</i> pada jalur roda	90 – 100 %
Terlihat retak halus, sedikit <i>deformasi</i> pada jalur roda namun masih tetap stabil	70 – 90 %
Retak sedang beberapa <i>deformasi</i> pada jalur roda, pada dasarnya menunjukkan ke stabilan	50 – 70 %
Retak banyak, demikian juga <i>deformasi</i> pada jalur roda, menunjukkan gejala tidak stabil	30 – 50 %

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen)

Dari pengamatan secara *visual* kondisi pada eksisting sekarang adalah 40% yaitu retak banyak, demikian juga *deformasi* pada jalur roda menunjukkan gejala tidak stabil.

#### 5.10.1 Kekuatan Jalan Lama

Untuk menghitung kekuatan Jalan lama atau eksisting menggunakan Pendekatan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya menggunakan metode analisa komponen SKBI – 2.3.26. 1987.

Yaitu dengan membandingkan koefisien kekuatan relatif antara perkerasan jalan baru dengan kondisi eksisting pada saat ini.

**Tabel 4.18** Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,25	-	-	-	-	-	Aspal macadam
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,28	-	590	-	-	Lapen (manual)
-	0,26	-	454	-	-	Laston Atas
-	0,24	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,19	-	-	-	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Catatan: Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7. Kuat tek stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

Dengan metode Pendekatan maka dapat dihitung dengan cara di bawah ini :

1. Perkerasan Jalan Baru

Menghitung kekuatan relatif pada struktur perkerasan pelebaran jalan baru, pada AC-WC dengan nilai koefisien kekuatan relatif  $a_1 = 0,40$  ketebalan 4 cm , AC-BC nilai koefisien kekuatan relatif  $a_1 = 0,35$  ketebalan 6 cm , AC-Base nilai koefisien kekuatan relatif  $a_2 = 0,28$  ketebalan 10,5 cm dan LPA

kelas A nilai koefisien kekuatan relatif  $a_3 = 0,13$  ketebalan 30 cm yang di dapat pada Tabel Kekuatan Relatif (a). Maka perhitungan  $ITP_{\text{Perkerasan Baru}}$  sebagai berikut :

AC – WC	:	4 ( a1 )	:	4 x 0,40	:	1,6
AC – BC	:	6 ( a1 )	:	6 x 0,35	:	2,1
AC – BASE	:	10,5 ( a2 )	:	10,5 x 0,28	:	2,94
LPA Kelas A	:	30 ( a3 )	:	30 x 0,13	:	3,9
ITP Perkerasan Baru						<b>10,54</b>

## 2. Perkerasan Eksisting

Menghitung kekuatan relatif pada struktur perkerasan *Eksisting*, pada AC-WC nilai koefisien kekuatan relatif  $a_1 = 0,40$  ketebalan 4 cm , memiliki nilai kondisi perkerasan jalan 40 % ( hasil *survey* visual ) , AC-Base nilai koefisien kekuatan relatif  $a_2 = 0,28$  ketebalan 6 cm dan Agregrat Kelas C nilai koefisien kekuatan relatif  $a_3 = 0,11$  ketebalan 20 cm yang di dapat pada Tabel Kekuatan Relatif (a). Maka perhitungan  $ITP_{\text{Eksisting}}$  sebagai berikut :

AC – WC	:	4 ( a1 ) x 40 %	:	4 x 0,40 x 0,4	:	0,64
AC – BASE	:	6 ( a2 )	:	6 x 0,28	:	1,28
Agregat Kelas C	:	20 ( a3 )	:	20 x 0,11	:	2,2
ITP Eksisting						<b>4,52</b>

## 3. $ITP_{\text{Perlu}}$

$ITP_{\text{Perlu}}$  dihitung dengan menghitung kebutuhan perkerasan baru di kurangi dengan  $ITP_{\text{Eksisting}}$  . Maka perhitungan  $ITP_{\text{Perlu}}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 ITP_{\text{Perlu}} &= ITP_{\text{Perkerasan. Baru}} - ITP_{\text{Eksisting}} \\
 &= 10,54 - 4,52 \\
 &= \mathbf{6,02}
 \end{aligned}$$

#### 4. ITP Rencana

Menghitung kekuatan relatif pada ITP Rencana yaitu dengan menghitung kekuatan relatif pada struktur perkerasan *Overlay* yang di dapat pada lapisan AC-WC nilai koefisien kekuatan relatif  $a_1 = 0,40$  ketebalan 4 cm , AC-BC nilai koefisien kekuatan relatif  $a_1 = 0,35$  ketebalan 6 cm dan AC-Base nilai koefisien kekuatan relatif  $a_2 = 0,28$  ketebalan 10,5 cm. Maka perhitungan ITP Rencana sebagai berikut :

AC – WC	:	4 ( a1 )	:	4 x 0,40	:	1,6
AC – BC	:	6 ( a1 )	:	6 x 0,35	:	2,1
AC – BASE	:	10,5 ( a2 )	:	10,5 x 0,28	:	2,94
					-----	
				ITP Rencana		<b>6,64</b>

#### 5. Kontrol Ketebalan Rencana

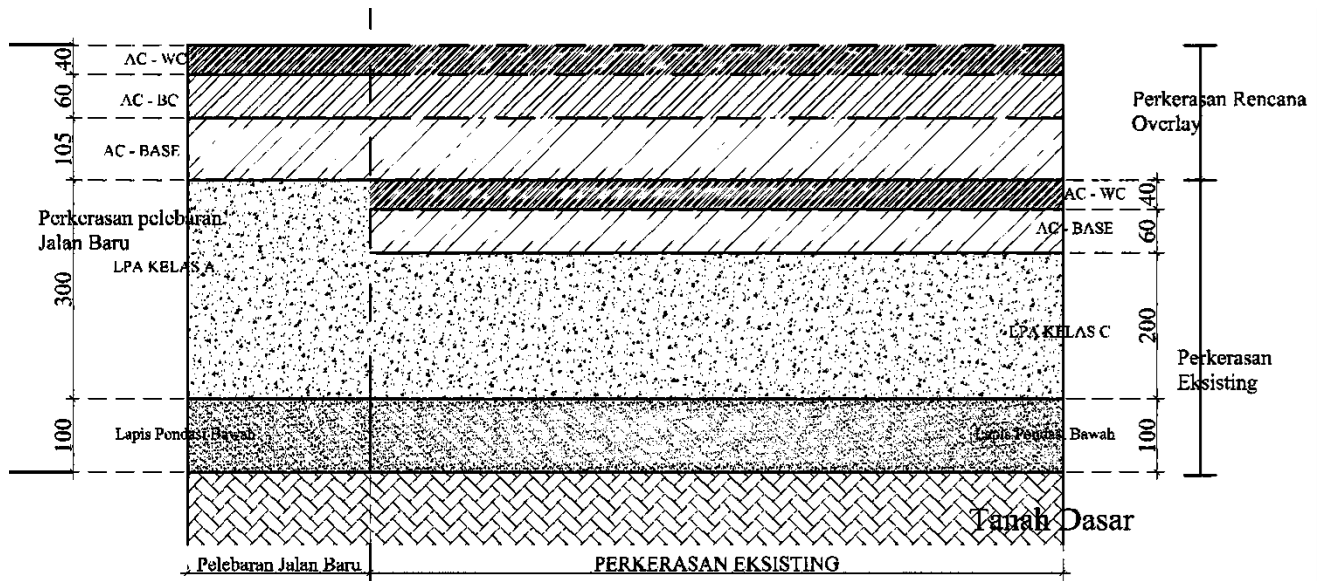
Untuk memperhitungkan Kontrol Ketebalan Rencana Overlay maka Kekuatan Relatif struktur perkerasan lentur antara perkerasan baru dengan perkerasan eksisting memperhitungkan kontrol ketebalan ITP Perlu dengan ITP Rencana. Syarat terpenuhi apabila  $ITP_{Rencana} > ITP_{Perlu}$ , maka didapat Kontrol Ketebalan Rencana sebagai berikut :

$$\text{Kontrol Ketebalan Rencana} = ITP_{Rencana} > ITP_{Perlu}$$

$$\text{Kontrol Ketebalan Rencana} = \mathbf{6,64} > \mathbf{6,02} \text{ ( aman )}$$

Dengan Metode Pendekatan Analisa Komponen di dapat Hasil ITP Perkerasan Jalan Baru = **10,54** dan ITP Perkerasan Eksisting = **4,52** dengan ITP Perlu = **6,02** dan ITP Rencana = **6,64**. Maka memperhitungkan ITP Perlu pada struktur perkerasan jalan baru dengan struktur eksisting. Menggunakan cara Kontrol Ketebalan Rencana. Agar koefisien relatif mencukupi diatas struktur perkerasan eksisting dengan hasil yang di dapat Kontrol Ketebalan Rencana =  $ITP_{Rencana} > ITP_{Perlu}$ , maka Kontrol Ketebalan Rencana = **6,64** > **6,02**. Maka ITP Rencana memenuhi.

Dengan demikian hasil perhitungan yang di dapat terdapat pada gambar berikut ini :



**Gambar 4.5** Hasil dari perhitungan antara Eksisting dan Jalan Baru

**BAB V**  
**RENCANA ANGGARAN BIAYA**

**5.1 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya**

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya akan dihitung berdasarkan tebal perkerasan lentur yang telah dihitung di BAB IV. Lebar jalan 8 meter dan total panjang jalan 1,200 meter.

Dengan ketebalan setiap lapisannya sebagai berikut :

- AC WC = 40 mm
- AC BC = 60 mm
- AC Base = 105 mm
- LPA Kelas A = 300 mm

Semua rangkaian pekerjaan di analisa berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) tahun 2016 dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Pemerintah Kabupaten Pasuruan tahun 2016 yang diperoleh dari Kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Pasuruan. Data-data ini digunakan untuk menghitung analisa satuan harga sehingga didapatkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perkerasan lentur Ruas Jalan Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan.

**5.2 Harga Satuan Dasar**

Perhitungan rencana anggaran biaya tebal tipis perkerasan akan dihitung berdasarkan data-data yang diperlukan. Berikut adalah data-data yang diperlukan :

**Tabel 5. 1** Daftar Harga Satuan Dasar (HSD) Upah

No.	Kode	Uraian	Satuan	Harga Satuan Per Jam (Rp)	Harga Satuan Per Hari (Rp)
1	22,01,01,02,07	Pekerja	Jam	10683,33	64.100,00
2	22,01,01,02,01	Tukang	Jam	10575,00	84.600,00
3	22,01,01,01,02	Kepala Tukang	Jam	11537,50	92.300,00
4	22,01,01,01,01	Mandor	Jam	11687,50	93.500,00
5	22,01,01,03,06	Operator	Jam	9612,50	76.900,00
6	22,01,01,03,07	Pembantu operator	Jam	7700,00	61.600,00
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>



1	2	3	4	5	6
7	22,01,02,03,01	Sopir	Jam	9612,50	76.900,00
8	22,01,02,03,04	Pembantu sopir	Jam	7700,00	61.600,00
9	22,01,02,03,02	Mekanik	Jam	9612,50	76.900,00
10	22,01,02,03,05	Pembantu Mekanik	Jam	7700,00	61.600,00

(Sumber : Daftar Harga Satuan Upah, Bahan dan Sewa Peralatan Dinas Pekerjaan Umum Kab. Pasuruan, 2016)

**Tabel 5. 2** Daftar Harga Satuan Sewa Alat

No	Kode	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
1	21,02,01,01,02	Asphal Sprayer	Jam	59.100,00
2	21,02,01,01,03	Asphal Finisher	Jam	256.800,00
3	21,02,01,01,09	Excavator 84 HP	Jam	402.000,00
4	21,02,01,01,13	Motor Grader 100 HP	Jam	484.700,00
5	21,02,01,01,16	Pneumatic Tire Roller 8-10 T	Jam	246.200,00
6	21,02,01,01,19	Tandem Roller 6-10 T	Jam	233.200,00
7	21,02,01,01,23	Vibrator Roller 6-8 T (Mesin Gilas Bergetar)	Jam	334.300,00
8	21,02,01,01,25	Water Tanker 3000-4500 L	Jam	234.600,00
9	21,02,01,01,28	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	Jam	485.300,00
10	21,02,01,02,23	Sewa Alat Bantu	Set	95.000,00
11	21,02,01,01,01	Asphalt Mixing Plant (Mesin Penyampur Aspal)	jam	0,00
12	21,02,02,01,08	Dump truck 3-4 m3	jam	363.787,50

**Tabel 5. 3** Daftar Harga Satuan Bahan

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
1	Asphalt Beton (LASTON)	ton	1.256.000,00
2	Asphalt	kg	13.450,00
3	Karosine	liter	23.100,00
4	Batu Pecah (10-15cm)	m <sup>3</sup>	182.084,00
5	Batu Pecah (5-7cm)	m <sup>3</sup>	151.022,00
6	Batu Pecah (20-30cm)	m <sup>3</sup>	125.600,00
7	Pasir urug	m <sup>3</sup>	147.300,00
8	Agregat Kasar	m <sup>3</sup>	278.900,00
9	Agregat Halus	m <sup>3</sup>	307.828,00
10	semen	kg	1.700,00
11	Agregat Kelas B	m <sup>3</sup>	218.000,00
12	Agregat Kelas A	m <sup>3</sup>	225.000,00

### 5.3 Perhitungan Koefisien Analisa

Perhitungan koefisien analisa mengacu pada Analisa Satuan Harga Dasar 2016. Berikut adalah uraian perhitungan koefisien analisa dari pekerjaan perkerasan lentur.

#### 5.3.1 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kelas A (LPA-A)

Asumsi

- Tebal lapis agregat padat = 0,15 m
- Berat isi padat (Bip) = 1,81
- Berat isi agregat (lepas) (Bil) = 1,51 ton/m<sup>3</sup>

a. Bahan

Bahan = Batu pecah

b. Peralatan yang diperlukan

1. Wheel Loader

- a. Kapasitas bucket (V) = 1,50 m<sup>3</sup> (munjung)
- b. Faktor bucket (Fb) = 0,85 (Kondisi sedang)
- c. Efisiensi alat (Fa) = 0,83 (Kondisi baik sekali)

Waktu siklus (Ts)

- Muat (T<sub>1</sub>) dan lain-lain (T<sub>2</sub>) = 0,45 menit

Kapasitas produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times Bip/Bil} \\ &= \frac{1,5 \times 0,85 \times 0,83 \times 60}{0,45 \times 1,81/1,51} \\ &= 117,713 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Alat pe m}^3 &= \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{117,713} \\ &= 0,0085 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. Dump truck

- a. Kapasitas bak (V) = 3,50 ton
- b. Faktor efisiensi alat = 0,80

- c. Kecepatan rata-rata bermuatan = 20,00 km/jam
- d. Kecepatan rata-rata kosong = 30 km/jam
- e. Jarak dari quarry ke base camp (L) = 8,73 km

Waktu siklus ( $T_{s2}$ )

$$\begin{aligned}
 - \text{ Waktu muat } (T_1) &= \frac{v \times 60}{Q_1 \times \text{Bil}} \\
 &= \frac{3,50 \times 60}{117,713 \times 1,51} \\
 &= 1,18 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Waktu tempuh isi } (T_2) &= \frac{L}{V_1} \times 60 \\
 &= \frac{8,73}{20} \times 60 \\
 &= 26,19 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Waktu tempuh kosong } (T_3) &= \frac{L}{V_2} \times 60 \\
 &= \frac{8,73}{30} \times 60 \\
 &= 17,46 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$- \text{ Lain-lain } (T_4) = 2,00 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 T_{s2} &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \\
 &= 1,18 + 26,19 + 17,46 + 2,00 \\
 &= 46,83 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \frac{V \times F_a \times 60}{T_{s2} \times \text{Bip}} \\
 &= \frac{3,50 \times 0,80 \times 60}{46,83 \times 1,81} \\
 &= 1,982 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien alat per m}^3 = \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{1,982} = 0,505 \text{ jam}$$

### 3. Motor Grader

- a. Panjang hamparan (Lh) = 50,00 m
- b. Lebar efektif kerja blade (b) = 2,40 m

- c. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,80
- d. Kecepatan rata-rata alat (v) = 4,00 km/jam
- e. Jumlah lintasan (n) = 6,00 lintasan (1 x PP)
- f. Lajur lintasan (N) = 3,00
- g. Lebar overlap (bo) = 0,30 m

Waktu siklus (Ts3)

- Perataan 1 kali lintasan (T1) = 0,75 menit
  - Lain-lain (T2) = 1,00 menit +
- Ts3 = 1,75 menit

Kapasitas produksi per jam (m<sup>2</sup>/jam)

$$Q_3 = \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts3}$$

$$= \frac{50,00 \times (3,00(2,40-0,30)+0,30) \times 0,15 \times 60}{6 \times 1,75}$$

$$= 226,286 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien alat per m}^3 = \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{226,286}$$

$$= 0,0044 \text{ jam}$$

#### 4. Tandem Roller

- a. Kecepatan rata-rata (v) = 1,50 km/jam
- b. Lebar pemadatan efektif (b) = 1,20 m
- c. Jumlah lintasan (n) = 6,00 lintasan  
(2 awal, 4 akhir)
- d. Efisiensi kerja (Fa) = 0,83 (kondisi baik sekali)
- e. Jumlah lajur lintasan (N) = 3,00
- f. Lebar overlap (bo) = 0,30 m

Kapasitas produksi per jam (m<sup>3</sup>)

$$Q_4 = \frac{(v \times 1000) \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa}{n}$$

$$= \frac{(1,50 \times 1000) \times (3,00(2,40-0,30)+0,30) \times 0,15}{6}$$

$$= 93,375 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{93,375} \\ &= 0,0107 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 5. Water Tank Truck

- a. Volume tangki air (V) = 4 m<sup>3</sup>
- b. Kebutuhan air per m<sup>3</sup> (Wc) = 0,07 m<sup>3</sup>
- c. Kapasitas pompa air (pa) = 100 liter/menit
- d. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83 (Kondisi baik sekali)

Kapasitas produksi per jam (m<sup>2</sup>/jam)

$$\begin{aligned} Q_5 &= \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\ &= \frac{100 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} \\ &= 71,143 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{71,143} \\ &= 0,0141 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### Tenaga Kerja

- Produksi menentukan (Q<sub>1</sub>) Wheel Loader = 117,713 m<sup>3</sup>/jam

Produksi perkerjaan urug per hari (Qt)

$$\begin{aligned} Q_t &= T_k \times Q_1 \\ &= 7,00 \times 117,713 \\ &= 823,993 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan tenaga

- Pekerja = 7 orang
- Mandor = 1 orang

Koefisien tenaga

- Pekerja =  $\frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 7}{823,993} = 0,059 \text{ jam}$
- Mandor =  $\frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{823,993} = 0,008 \text{ jam}$

### 5.3.2 Pekerjaan Lapis Permukaan

#### 1. Lapis Resap Pengikat

Komposisi campuran :

Aspal (As) = 64%

Kerosene (K) = 36 %

Berat isi bahan :

Aspal (D1) = 1,03

Kerosene (D2) = 0,805

Faktor kehilangan (Fh) = 1,03

##### a. Bahan

Lapis perekat (1liter x Fh) x Pc = 1,03

Aspal As x Pc x D1 = 0,679 kg

Kerosene K x Pc = 0,301 liter

##### b. Peralatan yang diperlukan

Asphalt Distributor

a) Kapasitas pompa aspal (Pa) = 55 liter/menit

b) Faktor efisiensi (Fa) = 0,83

Kapasitas Produksi

$$Q = Pa \times Fa \times 60$$

$$= 2739$$

$$\text{Koefisien alat} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2739}$$

$$= 0,00036$$

##### c. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari (Tk) = 7 jam

Produksi menentukan (Q<sub>2</sub>) :

Asphalt Distributor = 2739 liter

Produksi pekerjaan urugan per hari (Qt) :

$$Qt = Tk \times Q_2 = 19173$$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja = 10 orang

Mandor = 1 orang

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{T \times P}{Q} = 0,004$$

$$\text{Mandor} = \frac{T \times M}{Q} = 0,0004$$

## 2. Lapis Perekat

Komposisi campuran :

Aspal (As) = 80%

Kerosene (K) = 20 %

Berat isi bahan :

Aspal (D1) = 1,03

Kerosene (D2) = 0,805

Faktor kehilangan (Fh) = 1,03

### a. Bahan

Lapis perekat (1liter x Fh) x Pc = 1,03

Aspal As x Pc x D1 = 0,849 kg

Kerosene K x Pc = 0,206 liter

### b. Peralatan yang diperlukan

Asphalt Distributor

- Kapasitas pompa aspal (Pa) = 55 liter/menit

- Faktor efisiensi (Fa) = 0,83

Kapasitas Produksi

$$Q = Pa \times Fa \times 60$$

$$= 2739$$

$$\text{Koefisien alat} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2739}$$

$$= 0,00036$$

### c. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari (Tk) = 7 jam

Produksi menentukan (Q<sub>2</sub>) :

Asphalt Distributor = 2739 liter

Produksi pekerjaan urugan per hari (Qt) :

$$Q_t = T_k \times Q_2 = 19173$$

Kebutuhan Tenaga :

$$\text{Pekerja} = 10 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang}$$

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{T \times P}{Q} = 0,004$$

$$\text{Mandor} = \frac{T \times M}{Q} = 0,0004$$

### 3. Laston AC-WC

$$\text{Tebal Lapis AC-WC (t)} = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Faktor kehilangan agregat (Fh1)} = 1,05$$

$$\text{Faktor kehilangan aspal (Fh2)} = 1,03$$

$$\text{Berat isi agregat padat (Bip)} = 1,81$$

$$\text{Berat isi agregat lepas (BiL)} = 1,51$$

Komposisi campuran AC-WC :

$$\text{Agregat pecah mesin 5-10\&10-15} = 62\%$$

$$\text{Agregat pecah mesin 0-5 mm} = 47\%$$

$$\text{Semen} = 5\%$$

$$\text{Aspal} = 6,19\%$$

Berat isi bahan :

$$\text{AC-WC (D}_1\text{)} = 2,35$$

$$\text{Agregat kasar (D}_2\text{)} = 1,45$$

$$\text{Agregat halus (D}_3\text{)} = 1,54$$

a. Bahan

$$\text{Agregat kasar} = \frac{62\% \times D_1 \times t \times Fh1}{D_2} = 0,043 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregat halus} = \frac{47\% \times D_1 \times t \times Fh1}{D_3} = 0,03 \text{ m}^3$$

$$\text{Semen} = 5\% \times D_1 \times t \times Fh1 \times 1000 = 4,935 \text{ kg}$$

$$\text{Aspal} = 6,19\% \times D_1 \times t \times Fh2 \times 1000 = 5,993 \text{ kg}$$

b. Peralatan yang diperlukan



### 1. Wheel Loader

- a) Kapasitas bucket (V) = 1,5 m<sup>3</sup>
- b) Faktor bucket (Fb) = 0,85
- c) Efisiensi alat (Fa) = 0,83
- d) Kecepatan rata-rata muat (v<sub>1</sub>) = 20 km/jam
- e) Kecepatan rata-rata kosong (v<sub>2</sub>) = 30 km/jam

Waktu siklus :

$$\text{Waktu tempuh isi (T}_1\text{)} = 0,15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh kosong (T}_2\text{)} = 0,1 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu pasti (mengisi, berputar, menumpuk) (Z)} = 0,75 \text{ menit}$$

$$T_s = T_1 + T_2 + Z$$

$$= 1 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam) :

$$Q_1 = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} = 82,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien alat per m}^3 = \frac{1}{82,17}$$

$$= 0,012$$

### 2. Asphalt Mixing Plant (AMP)

- a. Kapasitas alat (V) = 60 ton/jam
- b. Tenaga Penggerak (Pw) = 294 HP
- c. Kapasitas tangka aspal (Ca) = 60000 liter
- d. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kapasitas Produksi

$$Q_2 = V \times F_a = 49,8$$

$$\text{Koefisien alat per m}^3 = \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{49,8}$$

$$= 0,02$$

### 3. Dump Truck

- a. Kecepatan rata-rata bermuatan (v<sub>1</sub>) = 20 km/jam
- b. Kecepatan rata-rata kosong (v<sub>2</sub>) = 30 km/jam
- c. Kapasitas Bak (V) = 3,5 ton

- d. Efisiensi kerja ( $F_a$ ) = 0,83
- e. Berat isi material ( $D$ ) = 2,35
- f. Jarak dari quarry ke base camp = 2 km

Waktu siklus ( $T_{s1}$ ) :

$$\text{Waktu muat } (T_1) = \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}} = 1,087 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh isi } (T_2) = \frac{L}{V_1} \times 60 = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh kosong } (T_3) = \frac{L}{V_2} \times 60 = 10 \text{ menit}$$

$$\text{Lain – lain} = 2 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} T_{s1} &= T_1 + T_2 + T_3 \\ &= 28,088 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$$Q_3 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} = 2,641 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per } m^3 &= \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{2,641} \\ &= 0,379 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4. Asphalt Finisher

- a. Kapasitas Hopper ( $v$ ) = 10 ton
- b. Tenaga penggerak ( $P_w$ ) = 72,4 HP
- c. Kapasitas lebar penghamparan ( $b$ ) = 3,15 m
- d. Kapasitas tebal penghamparan ( $t$ ) = 0,25 m
- e. Efisiensi alat ( $F_a$ ) = 0,83

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$$Q_4 = V \times b \times 60 \times F_a = 392,175 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per } m^3 &= \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{392,175} \\ &= 0,003 \end{aligned}$$

#### 5. Tandem Roller

- a. Kecepatan rata-rata ( $V$ ) = 1,5 km/jam
- b. Lebar pemadatan efektif ( $b$ ) = 1,2 m
- c. Jumlah lintasan ( $n$ ) = 6
- d. Efisiensi kerja ( $F_a$ ) = 0,83

- e. Lebar overlap (bo) = 0,3
- f. Lebar efektif pemadatan (b-bo) = 0,9
- g. Tebal pemadatan (t) = 0,04 m

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3$ /jam)

$$Q_5 = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} = 7,47 m^3/jam$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per } m^3 &= \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{7,47} \\ &= 0,134 \end{aligned}$$

#### 6. Pneumatic Tire Roller

- a. Kecepatan rata-rata alat (v) = 2,5km/jam
- b. Jumlah lintasan (n) = 4
- c. Lebar efektif pemadatan (be) = 1,99
- d. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- e. Tebal pemadatan = 0,04 m

Kapasitas Produksi per jam ( $m^2$ /jam) :

$$Q_6 = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} = 41,292 m^3/jam$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per } m^3 &= \frac{1}{Q_6} = \frac{1}{41,292} \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

#### c. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari (Tk) = 7 jam

Produksi menentukan ( $Q_2$ ) :

Asphalt Mixing Plant = 49,8 $m^3$ /jam

Produksi pekerjaan urugan per hari ( $Q_t$ ) :

$$Q_t = Tk \times Q_2 = 348,6$$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja = 10 orang

Mandor = 1 orang

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{T \times P}{Q} = 0,2$$

$$\text{Mandor} = \frac{T \times M}{Q} = 0,02$$

## 2. Laston AC-BC

$$\text{Tebal Lapis AC-BC (t)} = 0,06 \text{ m}$$

$$\text{Faktor kehilangan agregat (Fh}_1\text{)} = 1,05$$

$$\text{Faktor kehilangan aspal (Fh}_2\text{)} = 1,03$$

$$\text{Berat isi agregat padat (Bip)} = 1,81$$

$$\text{Berat isi agregat lepas (BiL)} = 1,51$$

Komposisi campuran AC-WC :

$$\text{Agregat pecah mesin 5-10 dan 10-15} = 60\%$$

$$\text{Agregat pecah mesin 0-5 mm} = 45,5\%$$

$$\text{Semen} = 5\%$$

$$\text{Aspal} = 6,05\%$$

Berat isi bahan :

$$\text{AC-BC (D}_1\text{)} = 2,34$$

$$\text{Agregat pecah mesin 5-10 dan 10-15 (D}_2\text{)} = 1,41$$

$$\text{Agregat pecah mesin 0-5 (D}_3\text{)} = 1,47$$

### a. Bahan

$$\text{Agregat 5-10 dan 10-15} = \frac{60\% \times D1 \times t \times Fh1}{D2} = 0,063 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregat 0-5} = \frac{45,5\% \times D1 \times t \times Fh1}{D3} = 0,045 \text{ m}^3$$

$$\text{Semen} = 5\% \times D1 \times t \times Fh1 \times 1000 = 7,371 \text{ kg}$$

$$\text{Aspal} = 6,05\% \times D1 \times t \times Fh2 \times 1000 = 8,749 \text{ kg}$$

### b. Peralatan yang diperlukan

#### 1. Wheel Loader

$$\text{a. Kapasitas bucket (V)} = 1,5 \text{ m}^3$$

$$\text{b. Faktor bucket (Fb)} = 0,85$$

$$\text{c. Efisiensi alat (Fa)} = 0,83$$

$$\text{d. Kecepatan rata-rata muat (v}_1\text{)} = 20 \text{ km/jam}$$

e. Kecepatan rata-rata kosong ( $v_2$ ) = 30 km/jam

Waktu siklus :

Waktu tempuh isi ( $T_1$ ) = 0,15 menit

Waktu tempuh kosong ( $T_2$ ) = 0,1 menit

Waktu pasti (mengisi, berputar, menumpuk) ( $Z$ ) = 0,75 menit

$T_s = T_1 + T_2 + Z$

= 1 menit

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3$ /jam) :

$$Q_1 = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} = 82,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{82,17} \\ &= 0,012 \end{aligned}$$

## 2. Asphalt Mixing Plant (AMP)

a. Kapasitas alat ( $V$ ) = 60 ton/jam

b. Tenaga Penggerak ( $P_w$ ) = 294 HP

c. Kapasitas tangka aspal ( $C_a$ ) = 60000 liter

d. Faktor efisiensi alat ( $F_a$ ) = 0,83

Kapasitas Produksi

$$Q_2 = V \times F_a = 49,8$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{49,8} \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

## 3. Dump Truck

a. Kecepatan rata-rata bermuatan ( $v_1$ ) = 20 km/jam

b. Kecepatan rata-rata kosong ( $v_2$ ) = 30 km/jam

c. Kapasitas Bak ( $V$ ) = 3,5 ton

d. Efisiensi kerja ( $F_a$ ) = 0,83

e. Berat isi material ( $D$ ) = 2,34

f. Jarak dari quarry ke base camp = 2 km

Waktu siklus ( $T_{s1}$ ) :

$$\text{Waktu muat } (T_1) = \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}} = 1,092 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh isi (T}_2\text{)} = \frac{L}{v_1} \times 60 = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh kosong (T}_3\text{)} = \frac{L}{v_2} \times 60 = 10 \text{ menit}$$

Lain – lain = 2 menit

$$\begin{aligned} T_{s1} &= T_1 + T_2 + T_3 \\ &= 28,092 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$Q_3 = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} = 2,652 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}_3 &= \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{2,652} \\ &= 0,377 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4. Asphalt Finisher

- a. Kapasitas Hopper (v) = 10 ton
- b. Tenaga penggerak (Pw) = 72,4 HP
- c. Kapasitas lebar penghamparan (b) = 3,15 m
- d. Kapasitas tebal penghamparan (t) = 0,25 m
- e. Efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kapasitas Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$Q_4 = V \times b \times 60 \times Fa = 392,175 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{392,175} \\ &= 0,003 \end{aligned}$$

#### 5. Tandem Roller

- a. Kecepatan rata-rata (V) = 1,5 km/jam
- b. Lebar pemadatan efektif (b) = 1,2 m
- c. Jumlah lintasan (n) = 6
- d. Efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- e. Lebar overlap (bo) = 0,3
- f. Lebar efektif pemadatan (b-bo) = 0,9
- g. Tebal pemadatan (t) = 0,04 m

Kapasitas Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$Q_5 = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} = 7,47 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{7,47} \\ &= 0,134 \end{aligned}$$

6. Pneumatic Tire Roller

- a. Kecepatan rata-rata alat (v) = 2,5km/jam
- b. Jumlah lintasan (n) = 4
- c. Lebar efektif pemadatan (be) = 1,99
- d. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- e. Tebal pemadatan = 0,04 m

Kapasitas Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam) :

$$Q_6 = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} = 41,292 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien alat per m}^3 = \frac{1}{Q_6} = \frac{1}{41,292} = 0,024$$

c. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari (Tk) = 7 jam

Produksi menentukan (Q<sub>2</sub>) :

Asphalt Mixing Plant = 49,8 m<sup>3</sup>/jam

Produksi pekerjaan urugan per hari (Qt) :

$$Qt = Tk \times Q_2 = 348,6$$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja = 10 orang

Mandor = 1 orang

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{T \times P}{Q} = 0,2$$

$$\text{Mandor} = \frac{T \times M}{Q} = 0,02$$

### 3. Laston AC-Base

$$\text{Tebal Lapis AC-BC (t)} = 0,07 \text{ m}$$

$$\text{Faktor kehilangan agregat (Fh}_1\text{)} = 1,05$$

$$\text{Faktor kehilangan aspal (Fh}_2\text{)} = 1,03$$

$$\text{Berat isi agregat padat (Bip)} = 1,81$$

$$\text{Berat isi agregat lepas (BiL)} = 1,51$$

Komposisi campuran AC-WC :

$$\text{Agregat pecah mesin 20 – 30 mm} = 18\%$$

$$\text{Agregat pecah mesin 5-10 dan 10-15} = 60\%$$

$$\text{Agregat pecah mesin 0-5 mm} = 49 \%$$

$$\text{Semen} = 5\%$$

$$\text{Aspal} = 5,2 \%$$

Berat isi bahan :

$$\text{AC-Base (D}_1\text{)} = 2,34$$

$$\text{Agregat pecah mesin 20 – 30 mm} = 1,45$$

$$\text{Agregat pecah mesin 5-10 dan 10-15 (D}_2\text{)} = 1,45$$

$$\text{Agregat pecah mesin 0-5 (D}_3\text{)} = 1,54$$

#### c. Bahan

$$\text{Agregat 5-10 dan 10-15} = \frac{60\% \times D1 \times t \times Fh1}{D2} = 1,008 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregat 0-5} = \frac{45,5\% \times D1 \times t \times Fh1}{D3} = 0,775 \text{ m}^3$$

$$\text{Semen} = 5\% \times D1 \times t \times Fh1 \times 1000 = 8,526 \text{ kg}$$

$$\text{Aspal} = 6,05\% \times D1 \times t \times Fh2 \times 1000 = 8,72 \text{ kg}$$

#### d. Peralatan yang diperlukan

##### 2. Wheel Loader

$$\text{f. Kapasitas bucket (V)} = 1,5 \text{ m}^3$$

$$\text{g. Faktor bucket (Fb)} = 0,85$$

$$\text{h. Efisiensi alat (Fa)} = 0,83$$

$$\text{i. Kecepatan rata-rata muat (v}_1\text{)} = 20 \text{ km/jam}$$

$$\text{j. Kecepatan rata-rata kosong (v}_2\text{)} = 30 \text{ km/jam}$$



Waktu siklus :

$$\text{Waktu tempuh isi (T}_1\text{)} = 0,15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh kosong (T}_2\text{)} = 0,1 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu pasti (mengisi,berputar,menumpuk) (Z)} = 0,75 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} T_s &= T_1 + T_2 + Z \\ &= 1 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) :

$$Q_1 = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} = 82,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{82,17} \\ &= 0,012 \end{aligned}$$

## 2. Asphalt Mixing Plant (AMP)

$$\text{e. Kapasitas alat (V)} = 60 \text{ ton/jam}$$

$$\text{f. Tenaga Penggerak (Pw)} = 294 \text{ HP}$$

$$\text{g. Kapasitas tangka aspal (Ca)} = 60000 \text{ liter}$$

$$\text{h. Faktor efisiensi alat (Fa)} = 0,83$$

Kapasitas Produksi

$$Q_2 = V \times F_a = 49,8$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{49,8} \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

## 3. Dump Truck

$$\text{a. Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)} = 20 \text{ km/jam}$$

$$\text{b. Kecepatan rata-rata kosong (v2)} = 30 \text{ km/jam}$$

$$\text{c. Kapasitas Bak (V)} = 3,5 \text{ ton}$$

$$\text{d. Efisiensi kerja (Fa)} = 0,83$$

$$\text{e. Berat isi material (D)} = 2,34$$

$$\text{f. Jarak dari quarry ke base camp} = 2 \text{ km}$$

Waktu siklus ( $T_{s1}$ ) :

$$\text{Waktu muat (T}_1\text{)} = \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}} = 1,092 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh isi (T}_2\text{)} = \frac{L}{v_1} \times 60 = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tempuh kosong (T}_3\text{)} = \frac{L}{v_2} \times 60 = 10 \text{ menit}$$

Lain – lain = 2 menit

$$\begin{aligned} T_{s1} &= T_1 + T_2 + T_3 \\ &= 28,092 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$$Q_3 = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} = 2,652 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}_3 &= \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{2,652} \\ &= 0,377 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4. Asphalt Finisher

- f. Kapasitas Hopper (v) = 10 ton
- g. Tenaga penggerak (Pw) = 72,4 HP
- h. Kapasitas lebar penghamparan (b) = 3,15 m
- i. Kapasitas tebal penghamparan (t) = 0,25 m
- j. Efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$$Q_4 = V \times b \times 60 \times Fa = 392,175 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{392,175} \\ &= 0,003 \end{aligned}$$

#### 5. Tandem Roller

- h. Kecepatan rata-rata (V) = 1,5 km/jam
- i. Lebar pemadatan efektif (b) = 1,2 m
- j. Jumlah lintasan (n) = 6
- k. Efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- l. Lebar overlap (bo) = 0,3
- m. Lebar efektif pemadatan (b-bo) = 0,9
- n. Tebal pemadatan (t) = 0,04 m

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$$Q_5 = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} = 7,47 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat per m}^3 &= \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{7,47} \\ &= 0,134 \end{aligned}$$

7. Pneumatic Tire Roller

- a. Kecepatan rata-rata alat (v) = 2,5km/jam
- b. Jumlah lintasan (n) = 4
- c. Lebar efektif pemadatan (be) = 1,99
- d. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- e. Tebal pemadatan = 0,04 m

Kapasitas Produksi per jam (m<sup>2</sup>/jam) :

$$Q_6 = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} = 41,292 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien alat per m}^3 = \frac{1}{Q_6} = \frac{1}{41,292} = 0,024$$

d. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari (Tk) = 7 jam

Produksi menentukan (Q<sub>2</sub>) :

Asphalt Mixing Plant = 49,8 m<sup>3</sup>/jam

Produksi pekerjaan urugan per hari (Qt) :

$$Q_t = T_k \times Q_2 = 348,6$$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja = 10 orang

Mandor = 1 orang

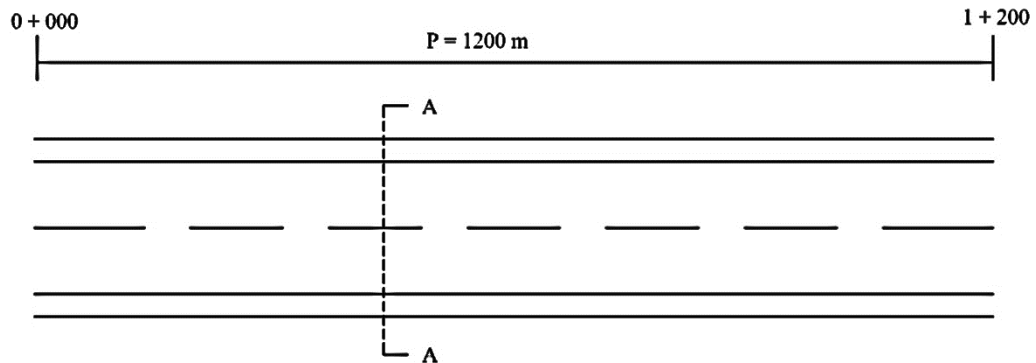
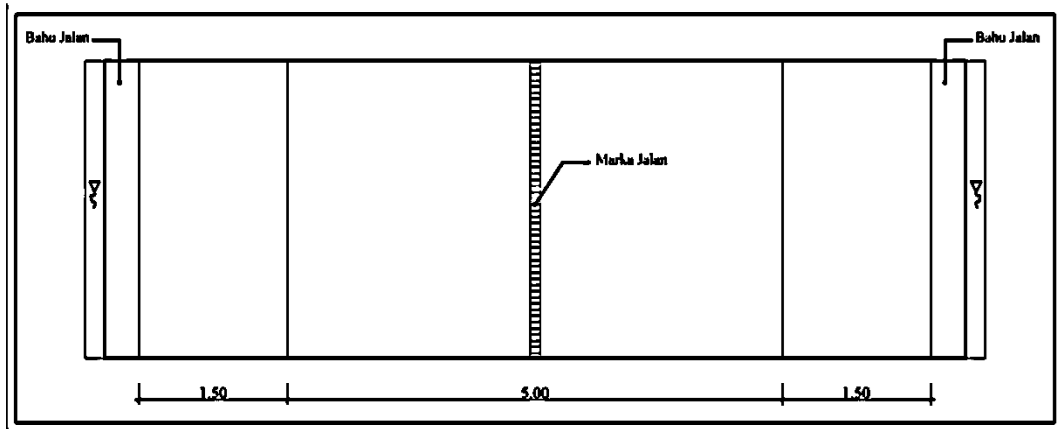
Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{T \times P}{Q} = 0,2$$

$$\text{Mandor} = \frac{T \times M}{Q} = 0,02$$

## 5.4 Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan perkerasan lentur dapat dihitung sebagai berikut :



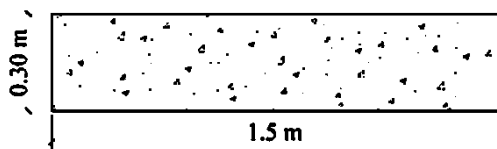
### a. Pekerjaan Galian Jalan Baru

- Galian Tanah Pek. Baru

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar Galian} \times \text{Kedalaman Galian} \\ &= 1200 \times 3 \times 0,50 = 1800 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### b. Pekerjaan Perkerasan Jalan Baru

- Lapis Pondasi Atas



$$\begin{aligned} \text{Lapisan pondasi atas} &= \text{Panjang lapis pondasi yang memiliki ketebalan} \\ &\quad \text{yang sama} \times \text{lebar jalan ( 2 x kanan kiri )} \times \text{tebal} \\ &= 1200 \times 3 \times 0,3 = 1080 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Lapis permukaan (Laston)

- Lapis resap pengikat :

Lapis pengikat = A (luas jalan x panjang jalan) x takaran lapis pengikat

Takaran lapis pengikat adalah  $0,5 \text{ liter/m}^2$  , ini merupakan penyemprotan aspal per  $\text{m}^2$  pada pembukaan jalan baru.

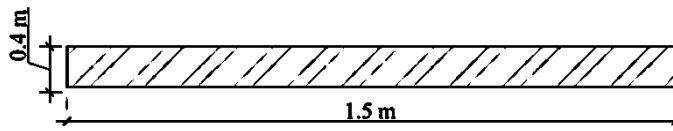
$$\begin{aligned} \text{Lapis pengikat} &= ( 3 \times 1200 ) \times 0,5 \text{ liter/m}^2 \\ &= 1800 \text{ liter} \end{aligned}$$

- Lapis Perekat = A (luas permukaan) x takaran lapis perekat

Takaran lapis perekat adalah  $0,2 \text{ liter/m}^2$  , ini merupakan penyemprotan aspal per  $\text{m}^2$  pada pembukaan jalan baru

$$\begin{aligned} \text{Lapis perekat} &= ( 3 \times 1200 ) \times 0,2 \text{ liter/m}^2 \\ &= 720 \text{ liter} \end{aligned}$$

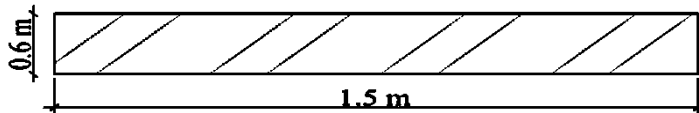
- Laston AC-WC



Laston = panjang jalan ( Sta 0+000 s/d Sta 1+200 ) x Tebal jalan ( 2 x kana kiri ) x Berat isi laston AC-WC

$$= 1200 \times 3 \times 0,04 \times 2,35 = 338,4 \text{ ton}$$

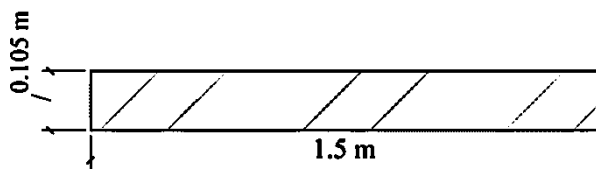
- Laston AC-BC



Laston = panjang jalan ( Sta 0+000 s/d Sta 1+200 ) x Tebal jalan ( 2 x kanan kiri ) x Berat isi laston AC - BC

$$= 1200 \times 3 \times 0,06 \times 2,34 = 505,44 \text{ ton}$$

- Laston AC-Base



Laston = panjang jalan ( Sta 0+000 s/d Sta 1+200 ) x Tebal jalan ( 2 x kanan kiri ) x Berat isi laston AC- Base

$$= 1200 \times 3 \times 0,105 \times 2,34 = 835,2 \text{ ton}$$

d. Pekerjaan Eksisting

- Lapis resap pengikat :

Lapis pengikat = A (luas jalan x panjang jalan) x takaran lapis pengikat

Takaran lapis pngikat adalah  $0,5 \text{ liter/m}^2$  , ini merupakan penyemprotan aspal per  $\text{m}^2$  pada pembukaan jalan baru.

$$\text{Lapis pengikat} = ( 5 \times 1200 ) \times 0,5 \text{ liter/m}^2$$

$$= 3000 \text{ liter}$$

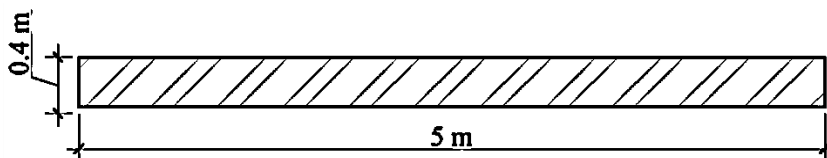
- Lapis Perekat = A (luas permukaan) x takaran lapis perekat

Takaran lapis perekat adalah  $0,2 \text{ liter/m}^2$  , ini merupakan penyemprotan aspal per  $\text{m}^2$  pada pembukaan jalan baru

$$\text{Lapis perekat} = ( 5 \times 1200 ) \times 0,2 \text{ liter/m}^2$$

$$= 1200 \text{ liter}$$

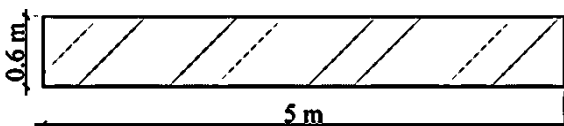
- Laston AC-WC



Laston = panjang jalan ( Sta 0+000 s/d Sta 1+200 ) x Tebal jalan x Berat isi laston AC-WC

$$= 1200 \times 5 \times 0,04 \times 2,35 = 564 \text{ ton}$$

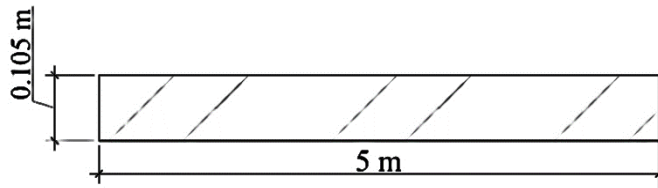
- Laston AC-BC



Laston = panjang jalan ( Sta 0+000 s/d Sta 1+200 ) x Tebal jalan x Berat isi laston AC- BC

$$= 1200 \times 5 \times 0,06 \times 2,34 = 842,4 \text{ ton}$$

- Laston AC-Base



Laston = panjang jalan ( Sta 0+000 s/d Sta 1+200 ) x Tebal jalan x Berat isi laston AC- Base

$$= 1200 \times 5 \times 0,1 \times 2,34 = 1392 \text{ ton}$$

**Tabel 5. 4** Volume Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Perhitungan	Volume	
<b>A. PEKERJAAN GALIAN JALAN BARU</b>				
1	Galian Tanah Pek. Baru	1200 x 3 x 0,5	1800	m <sup>2</sup>
<b>B. PEKERJAAN JALAN BARU</b>				
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1200 x 3 x 0,3	1080	m <sup>3</sup>
2	Lapis Permukaan			
	Resap pengikat	1200 x 3 = 3600 x 0,5	1800	ltr
	Lapis Perekat	1200 x 3 = 3600 x 0,2	720	ltr
	Laston AC-WC	1200 x 3 x 0,04 x 2,35	338,4	ton
	Laston AC-BC	1200 x 3 x 0,06 x 2,34	505,44	ton
	Laston AC-Base	1200 x 3 x 0,1 x 2,32	835,2	ton
<b>C. PEKERJAAN JALAN EKSISTING</b>				
1	Resap pengikat	1200 x 5 = 6000 x 0,5	3000	ltr
	Lapis Perekat	1200 x 5 = 6000 x 0,2	1200	ltr
	Laston Tambah AC - WC	1200 x 5 x 0,04 x 2,35	564	ton
	Laston AC-BC	1200 x 5 x 0,06 x 2,34	842,4	ton
	Laston AC-Base	1200 x 5 x 0,1 x 2,32	1392	ton

### 5.5 Analisa (Unit Price)

Analisa (Unit Price) Perkerasan Lentur dari Satuan Harga Satuan Kabupaten Pasuruan Tahun 2016 yaitu :

**Tabel 5. 5** Analisa (Unit Price)

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga	Satuan
			( Rp )	( Rp )	( Rp )	
1	2	3	4	5	6	7

1	2	3	4	5	6	7		
<b>1.</b>	<b>Pekerjaan Galian Jalan Baru</b>							
	<b>Galian pekerjaan baru</b>							
A.	Tenaga Kerja :							
	1	Mandor Lapangan	OH	0,055	93.500,00	5160		
	2	Pekerja	OH	0,028	64.100,00	1769		
B.	Alat :							
	1	Excavator	jam	0,028	402.000,00	11093		
	2	Dump Truck	jam	0,337	287.586,25	97007		
	3	Sewa Alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500		
C.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)						<b>147529</b>	
D.	Overhead dan Profit (15%) x D						<b>14753</b>	
E.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)						<b>Rp 162.281</b>	m <sup>2</sup>
<b>No</b>	<b>Uraian Pekerjaan</b>		<b>Satuan</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Jumlah Harga</b>		
				<b>( Rp )</b>	<b>( Rp )</b>	<b>( Rp )</b>		
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Jalan Baru</b>							
	<b>Lapis Pondasi Atas</b>							
A.	Tenaga Kerja :							
	1	Mandor Lapangan	OH	0,008	93.500,00	794		
	2	Operator Terampil	OH	0,050	76.900,00	3845		
	3	Sopir	OH	0,050	76.900,00	3845		
	4	Pekerja	OH	0,059	64.100,00	3812		
B.	Bahan :							
	1	Aggregat Kelas A (Batu pecah)	m <sup>3</sup>	1,228	225.000,00	276272		
C.	Alat :							
	1	Sewa Alat Bantu	jam	0,500	65.000,00	32500		
	2	Wheel Loader	jam	0,008	355.867,00	3023		
	3	Dump Truck	jam	0,505	287.586,25	145103		
	4	Motor Grader 100 HP	jam	0,004	484.700,00	2065		
	5	Tandem Roller	jam	0,011	233.200,00	2497		
	6	Water Tank 3000-4500 L	jam	0,014	234.600,00	3298		
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)						<b>477054</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D						<b>47705</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)						<b>Rp 524.759</b>	m <sup>3</sup>
<b>No</b>	<b>Uraian Pekerjaan</b>		<b>Satuan</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Jumlah Harga</b>		
				<b>( Rp )</b>	<b>( Rp )</b>	<b>( Rp )</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	



1	2	3	4	5	6	7	8	
	<b>Lapis Permukaan</b>							
	<b>1) Lapis Pengikat</b>							
A.	Tenaga Kerja :							
	1	Mandor Lapangan	OH	0,00037	93.500,00	34		
	2	Operator Terampil	OH	0,050	76.900,00	3845		
	3	Pekerja	OH	0,004	64.100,00	234		
B.	Bahan :							
	1	Aspal	kg	0,679	13.450,00	9132		
	2	Karosene	liter	0,371	23.100,00	8565		
C.	Alat :							
	1	Sewa Alat Bantu	set	0,500	65.000,00	32500		
	2	Asphalt Spriyer	jam	0,00037	59.100,00	22		
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>54332</b>		
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>5433</b>		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 59.766</b>	liter	
	<b>2) Lapis Perekat</b>							
A.	Tenaga Kerja :							
	1	Mandor Lapangan	OH	0,00037	93.500,00	34		
	2	Operator Terampil	OH	0,050	76.900,00	3845		
	3	Pekerja	OH	0,004	64.100,00	234		
B.	Bahan :							
	1	Aspal	kg	0,849	13.450	11415		
	2	Karosene	liter	0,206	23.100	4759		
C.	Alat :							
	1	Sewa Alat Bantu	set	0,500	65.000	32500		
	2	Asphalt Spriyer	jam	0,00037	59.100	22		
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>52809</b>		
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>5281</b>		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 58.089</b>	liter	
	<b>3) Laston AC-WC</b>							
A.	Tenaga Kerja :							
	1	Mandor	OH	0,020	93.500,00	1878		
	2	Operator terampil	OH	0,050	76.900,00	3845		
	3	Pekerja	OH	0,201	64.100,00	12871		
B.	Bahan :							
	1	Agregat 5-10	m <sup>3</sup>	0,042	182.084,00	7684		
	2	Agregat 0-5	m <sup>3</sup>	0,030	151.022,00	4549		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	

1	2	3	4	5	6	7	8
	3	Semen	kg	0,005	1.700,00	8,39	
	4	Aspal	kg	0,006	13.450,00	81	
C.	Alat :						
	1	Sewa alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Wheel Loader	jam	0,012	355.867,00	4331	
	3	AMP	jam	0,020	0,00	0	
	4	Dump truck	jam	0,379	287.586,25	108906	
	5	Asphalt Finisher	jam	0,003	256.800,00	655	
	6	Tandem roller	jam	0,134	233.200,00	31218	
	7	P.Tire Roller	jam	0,024	246.200,00	5962	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>214489</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>21449</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 235.938</b>	ton
<b>4) Laston AC-BC</b>							
A.	Tenaga Kerja :						
	1	Mandor	OH	0,020	93.500,00	1878	
	2	Operator terampil	OH	0,050	76.900,00	3845	
	3	Pekerja	OH	0,201	64.100,00	12871	
B.	Bahan :						
	1	Agregat 5-10 & 10-15	m <sup>3</sup>	0,063	182.084,00	11422	
	2	Agregat 0-5	m <sup>3</sup>	0,046	151.022,00	6891	
	3	Semen	kg	0,007	1.700,00	13	
	4	Aspal	ton	0,009	13.450,00	118	
C.	Alat :						
	1	Sewa alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Wheel Loader	jam	0,012	355.867,00	4331	
	3	AMP	jam	0,020	0,00	0	
	4	Dump truck	jam	0,377	287.586,25	108461	
	5	Asphalt Finisher	jam	0,003	256.800,00	655	
	6	Tandem roller	jam	0,134	233.200,00	31218	
	7	P.Tire Roller	jam	0,024	246.200,00	5962	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>220165</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>22016</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 242.181</b>	ton
<b>5) Laston AC-Base</b>							
A.	Tenaga Kerja :						
	1	Mandor	OH	0,020	93.500,00	1878	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

1	2	3	4	5	6	7	8
	2	Operator terampil	OH	0,050	76.900,00	3845	
	3	Pekerja	OH	0,201	64.100,00	12871	
B.	Bahan :						
	1	Agregat 20-30	m <sup>3</sup>	0,302	125.600,00	37931	
	2	Agregat 5-10 & 10-15	m <sup>3</sup>	0,063	182.084,00	11422	
	3	Agregat 0-5	m <sup>3</sup>	0,046	151.022,00	6891	
	4	Semen	kg	0,007	1.700,00	13	
	5	Aspal	ton	0,009	13.450,00	118	
C.	Alat :						
	1	Sewa alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Wheel Loader	jam	0,012	355.867,00	4331	
	3	AMP	jam	0,020	0,00	0	
	4	Dump truck	jam	0,377	287.586,25	108461	
	5	Asphalt Finisher	jam	0,003	256.800,00	655	
	6	Tandem roller	jam	0,134	233.200,00	31218	
	7	P.Tire Roller	jam	0,024	246.200,00	5962	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>258096</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>25810</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 283.905</b>	ton
			<b>Satuan</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Jumlah Harga</b>	
				<b>( Rp )</b>	<b>( Rp )</b>	<b>( Rp )</b>	
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Eksisting</b>						
	<b>1) Lapis Pengikat</b>						
A.	Tenaga Kerja :						
	1	Mandor Lapangan	OH	0,00037	93.500,00	34	
	2	Operator Terampil	OH	0,050	76.900,00	3845	
	3	Pekerja	OH	0,004	64.100,00	234	
B.	Bahan :						
	1	Aspal	kg	0,679	13.450,00	9132	
	2	Karosene	liter	0,371	23.100,00	8565	
C.	Alat :						
	1	Sewa Alat Bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Asphalt Spriyer	jam	0,00037	59.100,00	22	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>54332</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>5433</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 59.766</b>	liter
	<b>2) Lapis Perekat</b>						
<b>1</b>	<b>2</b>						<b>3</b>

1	2						3
A.	Tenaga Kerja						
	1	Mandor Lapangan	OH	0,00037	93.500,00	34	
	2	Operator Terampil	OH	0,05000	76.900,00	3845	
	3	Pekerja	OH	0,00365	64.100,00	234	
B.	Bahan :						
	1	Aspal	kg	0,849	13.450	11415	
	2	Karosene	liter	0,206	23.100	4759	
C.	Alat :						
	1	Sewa Alat Bantu	set	0,500	65.000	32500	
	2	Asphalt Spriyer	jam	0,00037	59.100	22	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>52809</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>5281</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 58.089</b>	liter
<b>3) Laston AC-WC</b>							
A.	Tenaga Kerja :						
	1	Mandor	OH	0,020	93.500,00	1878	
	2	Operator terampil	OH	0,050	76.900,00	3845	
	3	Pekerja	OH	0,201	64.100,00	12871	
B.	Bahan :						
	1	Agregat 5-10 & 10-15	m <sup>3</sup>	0,042	182.084,00	7684	
	2	Agregat 0-5	m <sup>3</sup>	0,030	151.022,00	4549	
	3	Semen	kg	0,005	1.700,00	8	
	4	Aspal	kg	0,006	13.450,00	81	
C.	Alat :						
	1	Sewa alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Wheel Loader	jam	0,012	355.867,00	4331	
	3	AMP	jam	0,020	0,00	0	
	4	Dump truck	jam	0,379	287.586,25	108906	
	5	Asphalt Finisher	jam	0,003	256.800,00	655	
	6	Tandem roller	jam	0,134	233.200,00	31218	
	7	P.Tire Roller	jam	0,024	246.200,00	5962	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>214489</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>21449</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 235.938</b>	ton
<b>4) Laston AC-BC</b>							
A.	Tenaga Kerja :						
	1	Mandor	OH	0,020	93.500,00	1878	
	2	Operator terampil	OH	0,050	76.900,00	3845	

	3	Pekerja	OH	0,201	64.100,00	12871	
B.	Bahan :						
	1	Agregat 5-10	m <sup>3</sup>	0,063	182.084,00	11422	
	2	Agregat 0-5	m <sup>3</sup>	0,046	151.022,00	6891	
	3	Semen	kg	0,007	1.700,00	13	
	4	Aspal	ton	0,009	13.450,00	118	
C.	Alat :						
	1	Sewa alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Wheel Loader	jam	0,012	355.867,00	4331	
	3	AMP	jam	0,020	0,00	0	
	4	Dump truck	jam	0,377	287.586,25	108461	
	5	Asphalt Finisher	jam	0,003	256.800,00	655	
	6	Tandem roller	jam	0,134	233.200,00	31218	
	7	P.Tire Roller	jam	0,024	246.200,00	5962	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>220165</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>22016</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 242.181</b>	ton
<b>5) Laston AC-Base</b>							
A.	Tenaga Kerja :						
	1	Mandor	OH	0,020	93.500,00	1878	
	2	Operator terampil	OH	0,050	76.900,00	3845	
	3	Pekerja	OH	0,201	64.100,00	12871	
B.	Bahan :						
	1	Agregat 20-30	m <sup>3</sup>	0,302	125.600,00	37931	
	2	Agregat 5-10 & 10-15	m <sup>3</sup>	0,063	182.084,00	11422	
	3	Agregat 0-5	m <sup>3</sup>	0,046	151.022,00	6891	
	4	Semen	kg	0,007	1.700,00	13	
	5	Aspal	ton	0,009	13.450,00	118	
C.	Alat :						
	1	Sewa alat bantu	set	0,500	65.000,00	32500	
	2	Wheel Loader	jam	0,012	355.867,00	4331	
	3	AMP	jam	0,020	0,00	0	
	4	Dump truck	jam	0,377	287.586,25	108461	
	5	Asphalt Finisher	jam	0,003	256.800,00	655	
	6	Tandem roller	jam	0,134	233.200,00	31218	
	7	P.Tire Roller	jam	0,024	246.200,00	5962	
D.	Jumlah Tenaga Kerja dan Alat (A+B)					<b>258096</b>	
E.	Overhead dan Profit (15%) x D					<b>25810</b>	
F.	Harga Satuan Pekerjaan (C+D)					<b>Rp 283.905</b>	ton

## 5.6 Rekapitulasi Biaya

Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur Ruas Tenggilis rejo -Winongan Kabupaten Pasuruan. Berikut tabel Rencana Anggaran Biaya :

**Tabel 5. 6** Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur Ruas Tenggilis rejo - Winongan Kabupaten Pasuruan.

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Pekerjaan (Rp)
a	b	c	d	e	f
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Galian Jalan Baru</b>				
	Galian Tanah Pek. Baru	m <sup>2</sup>	1800	162.281	292.106.509
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan baru</b>				
	Lapisan Pondasi Atas	m <sup>3</sup>	1080	524.759	566.739.632
	<b>Lapis Permukaan</b>				
	Lapis Pengikat	liter	1800	59.766	107.578.247
	Lapis Perekat	liter	720	58.089	41.824.431
	Lapis Laston AC-WC	ton	338,4	235.938	79.841.352
	Lapis Laston AC-BC	ton	505,44	242.181	122.407.996
	Lapis Laston AC-Base	ton	835,2	283.905	237.117.774
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan eksisting</b>				
	Lapis Pengikat	liter	3000	59.766	179.297.078
	Lapis Perekat	liter	1200	58.089	69.707.385
	Lapis Laston AC-WC	ton	564	235.938	133.068.919
	Lapis Laston AC-BC	ton	842,4	242.181	204.013.326
	Lapis Laston AC-Base	ton	1392	283.905	395.196.290
	TOTAL				2.428.898.940
	PPN			10%	242.889.893,97
	TOTAL + PPN				<b>2.671.788.834</b>

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Hasil analisis perencanaan perkerasan lentur dan Renacan Anggaran Biaya dengan umur rencana 20 Tahun pada ruas jalan Tenggilis rejo - Winongan STA 0+000 – STA 1+200 Kabupaten Pasuruan Jawa Timur sebagai berikut :

1. Tebal perencanaan perkerasan lentur

A. Tebal perkerasan lentur untuk pekerjaan baru 3 meter( 1,5 m x 2 kanan kiri ) dengan umur rencana 20 Tahun sebagai berikut:

Lapis Aus (AC WC)	= 40 mm
Lapis pengikat (AC BC)	= 60 mm
AC – Base	= 105 mm
Lapisan Pondasi Atas (Subgrade) Kelas A	= 300 mm

B. Tebal lapis *ocerlay* perkerasan lentur untuk perkerasan lama atau eksisting lebar jalan 5 meter dengan umur rencana 20 tahun sebagai berikut :

Lapis Aus (AC WC)	= 40 mm
Lapis pengikat (AC BC)	= 60 mm
AC – Base	= 105 mm

2. Besar perkiraan Rencana Anggaran Biaya dengan umur rencana 20 Tahun pada peningkatan jalan perkerasan lentur Rp. 2.671.788.834 termasuk PPN 10%

#### 6.2 Saran

Adapun saran yang penulis berikan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Dalam menentukan tebal permukaan lapisan aspal sebaiknya mempertimbangkan kekuatan aspal yang lama , sehingga dalam perencanaan tebal perkerasan di butuhkan data *benkelman beam* agar memperoleh kekuatan lentur pada kondisi eksisting.
- 2) Saran untuk mahasiswa yang akan mengambil skripsi dengan tema perencanaan perkerasan lentur dengan metode bina marga, dalam proses

pengumpulan data sebaiknya harus lengkap dan mencari sumber data yang akurat yang mempermudah dalam pengambilan data.

- 3) Dalam pencarian data sumber sebaiknya harus ada relasi dengan keterkaitan lembaga instansi agar mempermudah mendapatkan data.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah. 2016. *Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B. Universitas Lampung. 2016*
- Hendarsin, Shirley L. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil
- Hungkul, Triono. 2012. <http://absurditasmalka.blogspot.co.id/2017/01/cara-menulis-kutipan-dari-internet.html>. 21 Oktober 2017
- Ibrahim, H.Bachtiar. 1993. *Rencana Dan estimasi Real Of Cost*. Cetakan ke-2. Jakarta : Bumi Aksara
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Binamarga 2017. *Manual Desain Perkerasan 2017*.
- Kementerian Pekerjaan Umum SKBI. 2.3.26.1987, UDC.625.73 (02), SNI 1732-1989 F,. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia.2014. *Tentang Kapasitas Jalan Luar Kota*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34. 2006. *Tentang Jalan*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI Nomor 11/PRT/M/2011. 2011. *Tentang Pedoman Penyelenggaraan Jalan Khusus*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016. 2016. *Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta : Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Republik Indonesia.
- Sukirman Silvia. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta : Nova.
- Rokib, Falah. 2012. <http://falahrokib.blogspot.co.id/2012/04/aspal-jalan.html>. 21 Oktober 2017.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38. 2004. *Tentang Jalan*.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22. 2009. *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah. 2016. *Optimalisasi Tebal Perkerasan Pada Pekerjaan Pelebaran Jalan dengan Metode MDPJ 02/M/BM/2013 dan Pt T-01-2002-B*. Universitas Lampung. 2016
- Hendarsin, Shirley L. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil
- Hungkul, Triono. 2012. <http://absurditasmalka.blogspot.co.id/2017/01/cara-menulis-kutipan-dari-internet.html>. 21 Oktober 2017
- Ibrahim, H.Bachtiar. 1993. *Rencana Dan estimasi Real Of Cost*. Cetakan ke-2. Jakarta : Bumi Aksara
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Binamarga 2017. *Manual Desain Perkerasan 2017*.
- Kementerian Pekerjaan Umum SKBI. 2.3.26.1987, UDC.625.73 (02), SNI 1732-1989 F,. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia.2014. *Tentang Kapasitas Jalan Luar Kota*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34. 2006. *Tentang Jalan*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI Nomor 11/PRT/M/2011. 2011. *Tentang Pedoman Penyelenggaraan Jalan Khusus*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016. 2016. *Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta : Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Republik Indonesia.
- Sukirman Silvia. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta : Nova.
- Rokib, Falah. 2012. <http://falahrokib.blogspot.co.id/2012/04/aspal-jalan.html>. 21 Oktober 2017.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38. 2004. *Tentang Jalan*.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22. 2009. *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*

# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+000

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	8,500	8,500	1,593	39,190	28,872
2	15,890	7,390	1,673	47,094	26,687
3	17,600	1,710	2,508	321,793	11,718
4	20,700	3,100	2,168	147,347	16,374
5	25,700	5,000	1,896	78,660	21,423
6	125,800	100,100	0,187	1,538	115,543
7	154,000	28,200	0,909	8,116	56,670
8	181,000	27,000	0,934	8,592	55,301
Jumlah		181,000			332,589

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+100

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	12,000	12,000	1,397	24,919	35,050
2	30,000	18,000	1,165	14,633	44,027
3	53,000	23,000	1,026	10,606	50,533
4	62,000	9,000	1,561	36,356	29,815
5	82,000	20,000	1,105	12,742	46,714
6	90,000	8,000	1,628	42,437	27,904
7	128,000	38,000	0,739	5,486	67,019
8	140,000	12,000	1,397	24,919	35,050
9	163,000	23,000	1,026	10,606	50,533
10	250,000	87,000	0,267	1,849	106,780
11	290,000	40,000	0,710	5,129	68,980
12	340,000	50,000	0,583	3,826	78,203
13	360,000	20,000	1,105	12,742	46,714
14	380,000	20,000	1,105	12,742	46,714
15	420,000	40,000	0,710	5,129	68,980
Jumlah		420,000			803,017

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+200

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	10,000	10,000	1,501	31,659	31,635
2	27,000	17,000	1,198	15,773	42,634
3	50,000	23,000	1,026	10,606	50,533
4	60,000	10,000	1,501	31,659	31,635
5	75,000	15,000	1,269	18,591	39,736
6	87,000	12,000	1,397	24,919	35,050
7	127,000	40,000	0,710	5,129	68,980
8	132,000	5,000	1,896	78,660	21,423
9	165,000	33,000	0,820	6,602	61,908
10	201,000	36,000	0,770	5,889	65,012
11	266,000	65,000	0,433	2,711	90,635
12	300,000	34,000	0,803	6,348	62,956
13	327,000	27,000	0,934	8,592	55,301
14	345,000	18,000	1,165	14,633	44,027
15	474,000	129,000	0,042	1,102	133,256
16	490,000	16,000	1,232	17,080	41,205
17	520,000	30,000	0,874	7,482	58,677
Jumlah		520,000			934,604

Nilai CBR titik pengamatan =  $\sum h \sqrt[3]{CBR}$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+300

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	9,700	9,700	1,518	32,951	31,098
2	12,800	3,100	2,168	147,347	16,374
3	14,500	1,700	2,511	324,280	11,679
4	17,900	3,400	2,116	130,517	17,247
5	20,100	2,200	2,364	231,153	13,502
6	89,500	69,400	0,396	2,488	94,035
7	127,000	37,500	0,747	5,582	66,522
8	141,000	14,000	1,309	20,353	38,224
9	171,000	30,000	0,874	7,482	58,677
10	239,000	68,000	0,407	2,555	92,964
11	271,000	32,000	0,837	6,874	60,846
12	294,000	23,000	1,026	10,606	50,533
13	343,000	49,000	0,594	3,929	77,319
14	398,000	55,000	0,528	3,376	82,508
Jumlah		398,000			711,527

Nilai CBR titik pengamatan =  $\sum h \sqrt[3]{CBR}$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+400

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	12,000	12,000	1,397	24,919	35,050
2	30,000	18,000	1,165	14,633	44,027
3	53,000	23,000	1,026	10,606	50,533
4	62,000	9,000	1,561	36,356	29,815
5	79,000	17,000	1,198	15,773	42,634
6	88,000	9,000	1,561	36,356	29,815
7	128,000	40,000	0,710	5,129	68,980
8	140,000	12,000	1,397	24,919	35,050
9	160,000	20,000	1,105	12,742	46,714
10	205,000	45,000	0,643	4,394	73,704
11	244,000	39,000	0,724	5,302	68,005
12	290,000	46,000	0,630	4,269	74,620
13	340,000	50,000	0,583	3,826	78,203
14	360,000	20,000	1,105	12,742	46,714
15	380,000	20,000	1,105	12,742	46,714
16	453,000	73,000	0,367	2,328	96,748
17	475,000	22,000	1,051	11,243	49,286
Jumlah		475,000			916,612

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

station : 0+500

tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	15,000	15,000	1,269	18,591	39,736
2	35,000	20,000	1,105	12,742	46,714
3	58,000	23,000	1,026	10,606	50,533
4	67,000	9,000	1,561	36,356	29,815
5	84,000	17,000	1,198	15,773	42,634
6	92,500	8,500	1,593	39,190	28,872
7	133,000	40,500	0,703	5,046	69,464
8	145,000	12,000	1,397	24,919	35,050
9	165,000	20,000	1,105	12,742	46,714
10	210,000	45,000	0,643	4,394	73,704
11	249,000	39,000	0,724	5,302	68,005
12	295,000	46,000	0,630	4,269	74,620
13	345,000	50,000	0,583	3,826	78,203
14	400,000	55,000	0,528	3,376	82,508
15	415,000	15,000	1,269	18,591	39,736
Jumlah		415,000			806,309

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$





# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+600

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	18,000	18,000	1,165	14,633	44,027
2	62,000	44,000	0,656	4,525	72,778
3	99,700	37,700	0,744	5,543	66,721
4	134,200	34,500	0,794	6,228	63,475
5	192,600	58,400	0,494	3,120	85,339
Jumlah		192,600			332,339

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+700

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	15,000	15,000	1,269	18,591	39,736
2	35,000	20,000	1,105	12,742	46,714
3	58,000	23,000	1,026	10,606	50,533
4	67,000	9,000	1,561	36,356	29,815
5	84,000	17,000	1,198	15,773	42,634
6	93,000	9,000	1,561	36,356	29,815
7	230,000	137,000	0,008	1,019	137,842
8	250,000	20,000	1,105	12,742	46,714
9	270,000	20,000	1,105	12,742	46,714
10	290,000	20,000	1,105	12,742	46,714
Jumlah		290,000			517,232

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+800

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	10,000	10,000	1,501	31,659	31,635
2	50,000	40,000	0,710	5,129	68,980
3	86,000	36,000	0,770	5,889	65,012
4	120,000	34,000	0,803	6,348	62,956
5	159,000	39,000	0,724	5,302	68,005
6	187,000	28,000	0,913	8,192	56,444
7	210,000	23,000	1,026	10,606	50,533
8	230,000	20,000	1,105	12,742	46,714
9	250,000	20,000	1,105	12,742	46,714
10	270,000	20,000	1,105	12,742	46,714
11	290,000	20,000	1,105	12,742	46,714
12	320,000	30,000	0,874	7,482	58,677
13	335,000	15,000	1,269	18,591	39,736
14	348,000	13,000	1,351	22,433	36,664
15	362,500	14,500	1,289	19,437	38,986
16	376,000	13,500	1,329	21,349	37,451
17	391,000	15,000	1,269	18,591	39,736
18	406,000	15,000	1,269	18,591	39,736
19	450,000	44,000	0,656	4,525	72,778
Jumlah		450,000			954,186

Nilai CBR titik pengamatan =  $\sum h \sqrt[3]{CBR}$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 0+900

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	10,200	10,200	1,489	30,847	31,989
2	13,700	3,500	2,099	125,643	17,530
3	15,700	2,000	2,418	261,968	12,797
4	17,400	1,700	2,511	324,280	11,679
5	20,900	3,500	2,099	125,643	17,530
6	46,500	25,600	0,964	9,215	53,670
7	93,500	47,000	0,618	4,150	75,528
8	156,000	62,500	0,456	2,854	88,658
9	235,000	79,000	0,322	2,099	101,142
10	263,500	28,500	0,903	8,004	57,009
11	294,000	30,500	0,865	7,322	59,225
12	325,000	31,000	0,855	7,167	59,769
13	383,500	58,500	0,493	3,113	85,421
14	410,500	27,000	0,934	8,592	55,301
Jumlah		410,500			727,249

$$\text{Nilai CBR titik pengamatan} = \sum h \sqrt[3]{CBR}$$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 1+000

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	39,000	39,000	0,724	5,302	68,005
2	82,000	43,000	0,669	4,664	71,843
3	110,000	28,000	0,913	8,192	56,444
4	153,000	43,000	0,669	4,664	71,843
5	180,000	27,000	0,934	8,592	55,301
6	195,000	15,000	1,269	18,591	39,736
7	217,000	22,000	1,051	11,243	49,286
8	249,000	32,000	0,837	6,874	60,846
9	260,000	11,000	1,446	27,935	33,377
10	276,000	16,000	1,232	17,080	41,205
11	293,000	17,000	1,198	15,773	42,634
12	312,000	19,000	1,134	13,630	45,386
13	330,000	18,000	1,165	14,633	44,027
14	338,000	8,000	1,628	42,437	27,904
15	349,000	11,000	1,446	27,935	33,377
<b>Jumlah</b>		349,000			741,214

Nilai CBR titik pengamatan =  $\sum h \sqrt[3]{CBR}$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 1+100

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	15,000	15,000	1,269	18,591	39,736
2	30,000	15,000	1,269	18,591	39,736
3	56,000	26,000	0,956	9,029	54,140
4	66,000	10,000	1,501	31,659	31,635
5	83,000	17,000	1,198	15,773	42,634
6	92,000	9,000	1,561	36,356	29,815
7	129,000	37,000	0,754	5,681	66,022
8	133,000	4,000	2,023	105,438	18,897
9	145,000	12,000	1,397	24,919	35,050
10	164,000	19,000	1,134	13,630	45,386
11	201,000	37,000	0,754	5,681	66,022
12	265,000	64,000	0,442	2,767	89,848
13	298,000	33,000	0,820	6,602	61,908
14	378,000	80,000	0,315	2,064	101,860
15	413,000	35,000	0,786	6,111	63,990
Jumlah		413,000			786,679

Nilai CBR titik pengamatan =  $\sum h \sqrt[3]{CBR}$



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

### PEMERIKSAAN LAPANGAN

#### Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pekerjaan : Perencanaan Jalan Winongan

Tanggal uji : 11 Maret 2017

Station : 1+200

Tahun Anggaran : 2016

Data Lapangan			Perhitungan		
Tumbukan (N)	Pembacaan mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h \sqrt[3]{CBR}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	11,200	11,200	1,436	27,282	33,717
2	13,600	2,400	2,314	206,197	14,179
3	15,700	2,100	2,390	245,712	13,153
4	18,500	2,800	2,226	168,415	15,463
5	20,000	1,500	2,582	382,201	10,886
6	44,300	24,300	0,994	9,867	52,120
7	83,800	39,500	0,717	5,214	68,494
8	145,700	61,900	0,461	2,891	88,178
9	213,500	67,800	0,409	2,565	92,810
10	260,400	46,900	0,619	4,162	75,438
11	281,500	21,100	1,075	11,877	48,142
12	322,000	40,500	0,703	5,046	69,464
13	376,000	54,000	0,539	3,458	81,661
14	398,000	22,000	1,051	11,243	49,286
15	420,000	22,000	1,051	11,243	49,286
Jumlah		420,000			762,276

Nilai CBR titik pengamatan =  $\sum h \sqrt[3]{CBR}$





**ITN**  
MALANG

NAMA KEGIATAN

PENINGKATAN JALAN  
DI WILAYAH PASURUAN

NAMA PEKERJAAN

PENINGKATAN JALAN  
TENGGILIS REJO

LOKASI PEKERJAAN

KECAMATAN WINONGAN

REVISI	TANGGAL	TANDA TANGAN
--------	---------	--------------

MENGETAHUI		TANDA TANGAN

DI SETUJUI		TANDA TANGAN

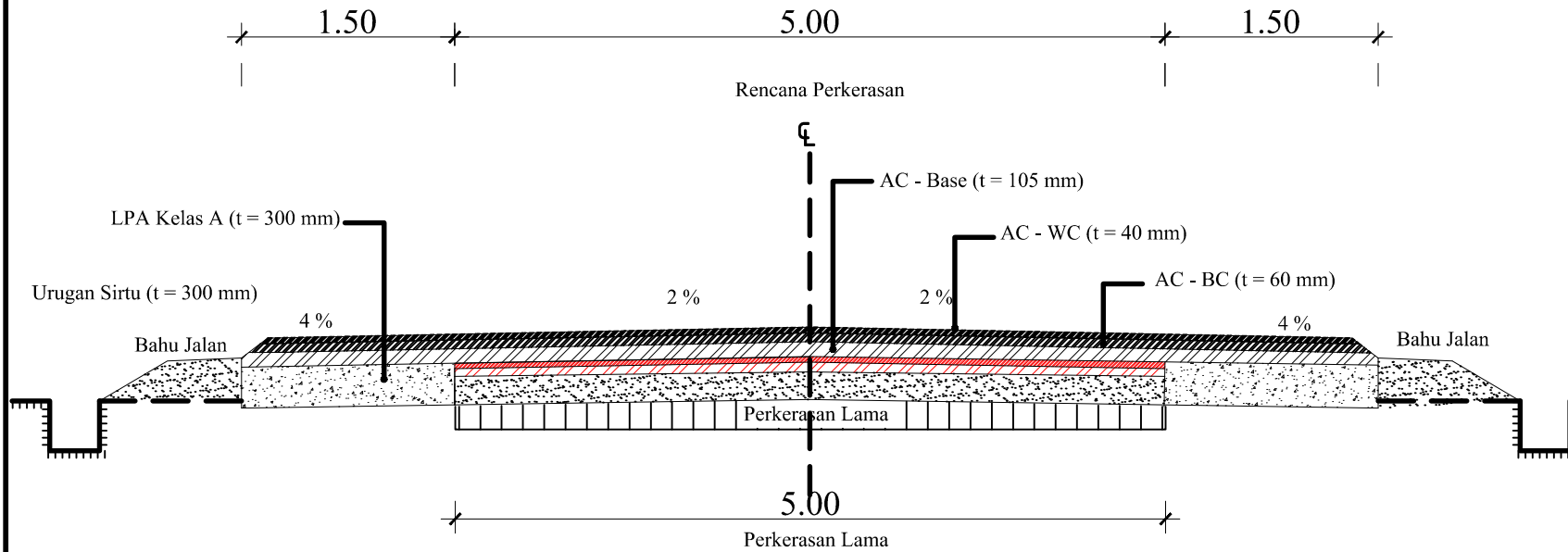
DI GAMBAR		TANDA TANGAN

AKHMAD ERVAN PRAYOGA  
14.21.065

GAMBAR	SKALA
--------	-------

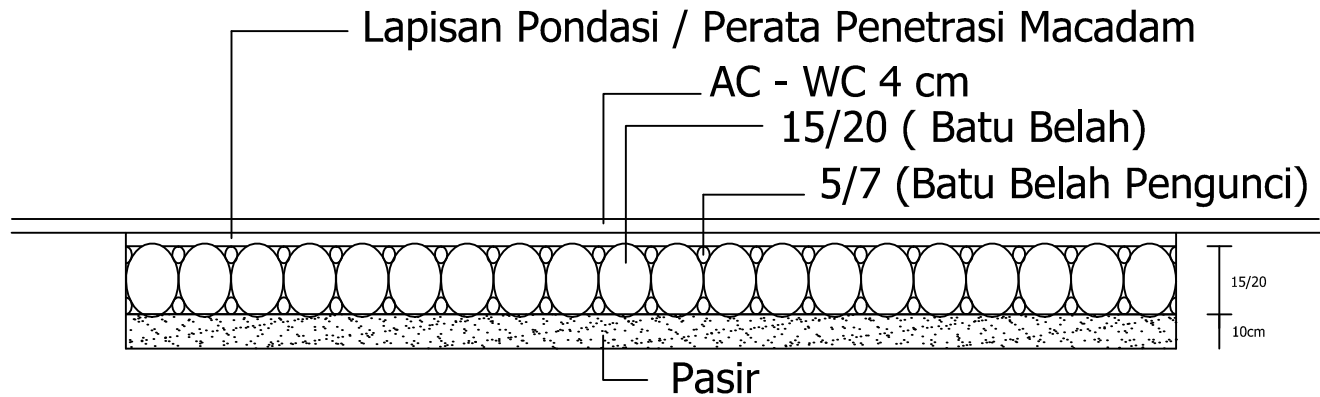
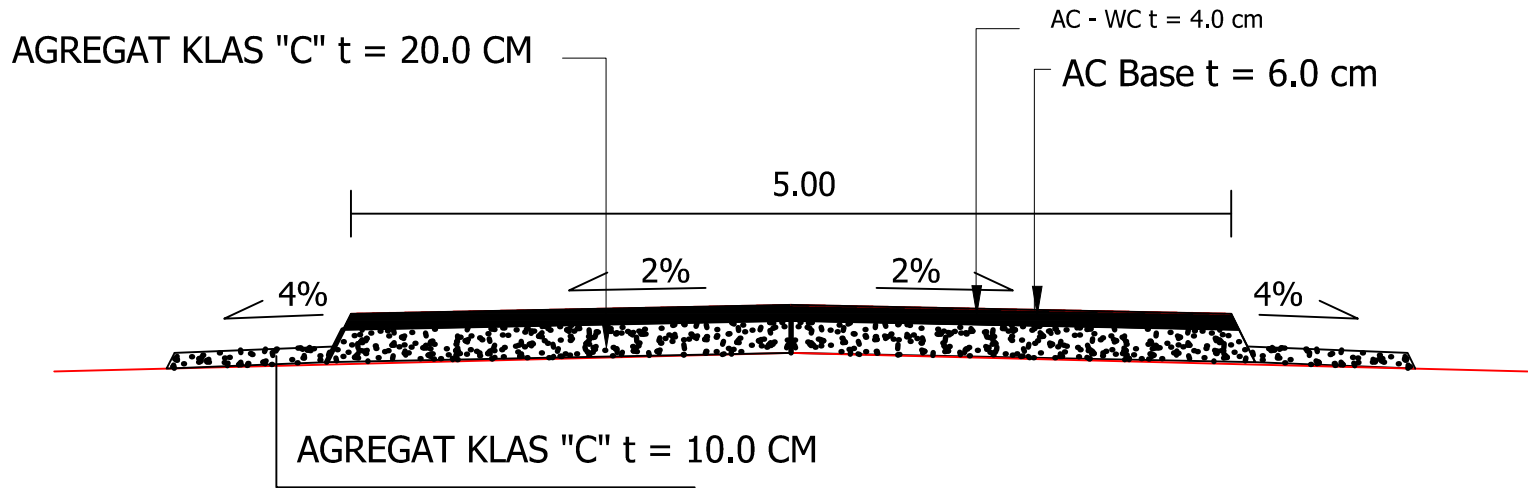
F:\Logo arjuna\_jaya\itra\KDP\_ARJUNA\_BAWAH\032013\_0000.jpg

Kode Gambar	No. Lembar	Jumlah Gambar
-------------	------------	---------------



TYPICAL PENINGKATAN STRUKTUR





TYPICAL STRUKTUR

PEMILIK PROYEK  PEMERINTAH KABUPATEN PASURUAN DINAS BINA MARGA KABUPATEN PASURUAN		
NAMA KEGIATAN		
PENINGKATAN JALAN DI WILAYAH PASURUAN		
NAMA PEKERJAAN		
PENINGKATAN JALAN TENGGILIS WINONGAN		
LOKASI PEKERJAAN		
KECAMATAN WINONGAN		
REVISI	TANGGAL	TANDA TANGAN
MENGETAHUI		TANDA TANGAN
CV. ARJUNA JAYA		
Ir. WARJADI Direktur		
DI SETUJUI		TANDA TANGAN
Ir. HARI SPRAJITNO Tenaga Ahli		
DI GAMBAR		TANDA TANGAN
DEDY SATRIYA Drafter		
GAMBAR		SKALA
F:\logo arjuna_jaya+rtre\KOP ARJUNA BAWAH01032013_0000.jpg		
Kode Gambar	No. Lembar	Jumlah Gambar



**ITN**  
MALANG

NAMA KEGIATAN

PENINGKATAN JALAN  
DI WILAYAH PASURUAN

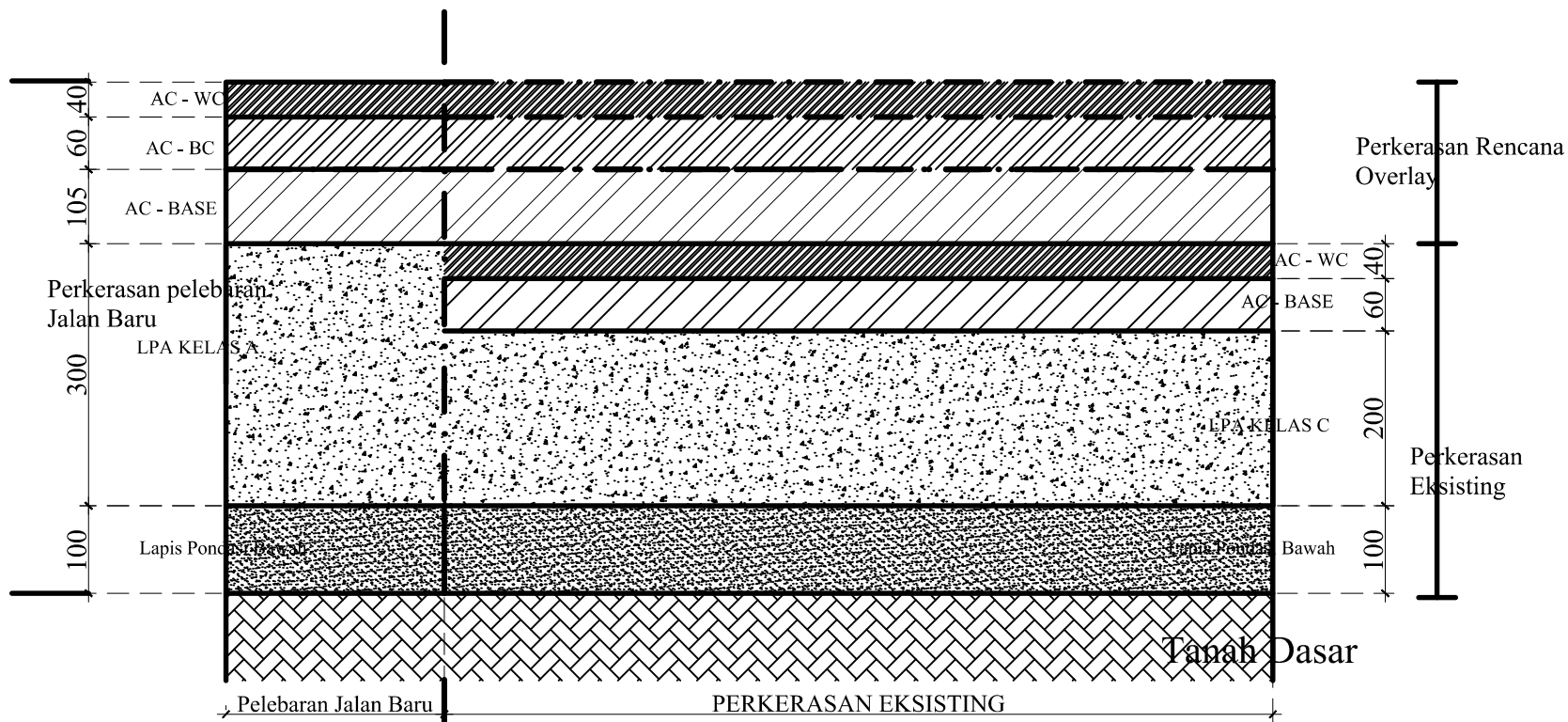
NAMA PEKERJAAN

PENINGKATAN JALAN  
TENGGILIS REJO

LOKASI PEKERJAAN

KECAMATAN WINONGAN

REVISI	TANGGAL	TANDA TANGAN
MENGETAHUI		TANDA TANGAN
DI SETUJUI		TANDA TANGAN
DI GAMBAR		TANDA TANGAN
AKHMAD ERVAN PRAYOGA 14.21.065		
GAMBAR		SKALA



PENINGKATAN STRUKTUR RENCANA

F:\Logo ar Juna Jaya\itnra\KDP\_ARJUNA\_BAVAH01032013\_0000.jpg

Kode Gambar	No. Lembar	Jumlah Gambar

# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

CV. CIPTA ABADI

Lokasi : Ruas Jalan Tenggilis rejo  
Kabupaten : Pasuruan , Jawa Timur  
Surveyor : Mas Juli  
Tanggal : 30-Jan-2015  
Waktu Survey : 07.00 – 18.00

NO	Jenis Kendaraan	2015
1	Sepeda Motor	645 Kend / hari
2	Mobil Penumpang / Pick up	259 Kend / hari
3	Bus sedang ( 8 ton )	21 Kend / hari
4	Truk 2 as 13 ton	102 Kend / hari
5	Truk 3 as 20 ton	213 Kend / hari
Jumlah kend/hari		1249
Jumlah kend/Tahun		455885

PT. CIPTA ABADI

Ir. Hasani  
Team Leader



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

Lokasi : Ruas Jalan Tenggilis rejo  
Kabupaten : Pasuruan , Jawa Timur  
Surveyor : Hendro  
Tanggal : 06-Feb-2016  
Waktu Survey : 07.00 – 18.00

NO	Jenis Kendaraan	2016
1	Sepeda Motor	712 Kend / hari
2	Mobil Penumpang / Pick up	271 Kend / hari
3	Bus sedang ( 8 ton )	23 Kend / hari
4	Truk 2 as 13 ton	113 Kend / hari
5	Truk 3 as 20 ton	243 Kend / hari
Jumlah kend/hari		1362
Jumlah kend/Tahun		497130

PT. CIPTA ABADI

Ir. Hasani  
Team Leader



# CV. CIPTA ABADI

## GENERAL CONTRACTORS & SUPPLIER

Perum Magersari Permai Blok BS 11 Sidoarjo

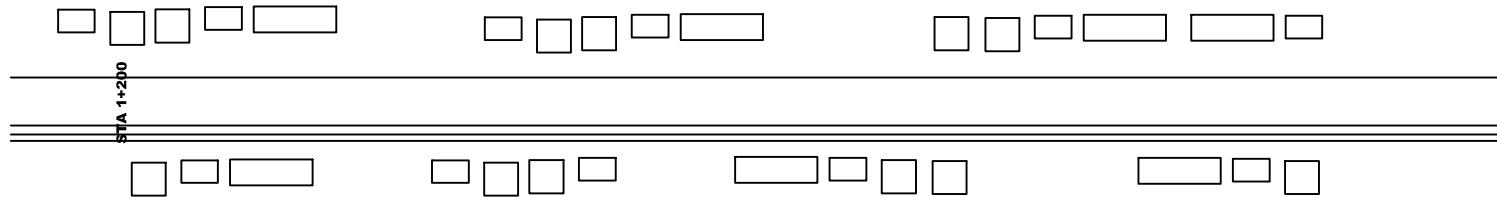
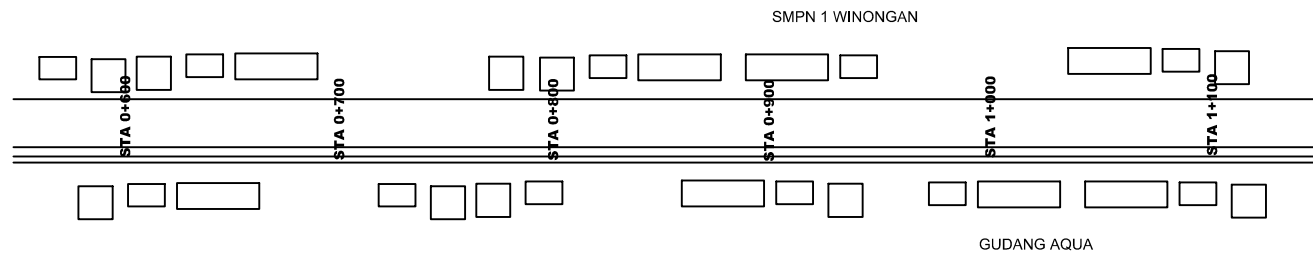
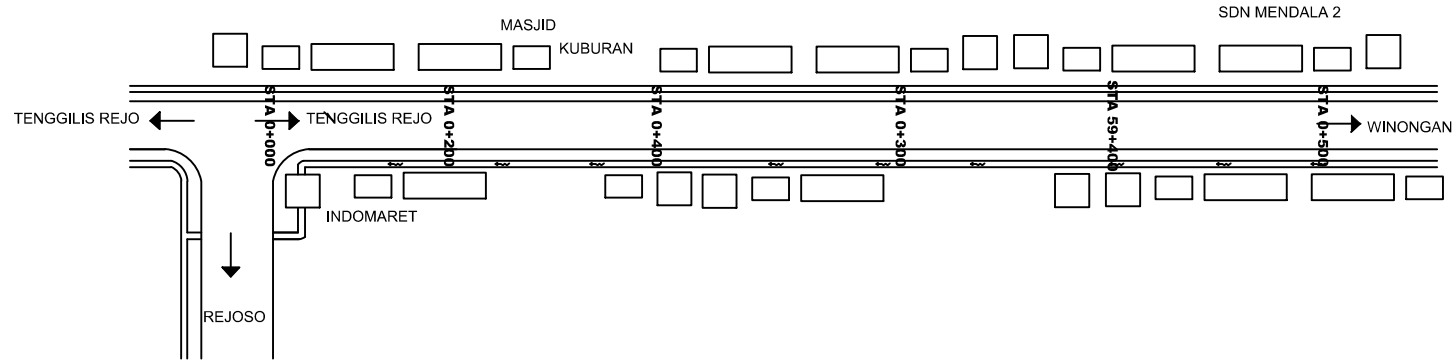
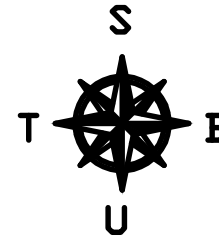
Lokasi : Ruas Jalan Tenggilis rejo  
Kabupaten : Pasuruan , Jawa Timur  
Surveyor : Yudi  
Tanggal : 07-Mei-2017  
Waktu Survey : 07.00 – 18.00

NO	Jenis Kendaraan	2017
1	Sepeda Motor	775 Kend / hari
2	Mobil Penumpang / Pick up	286 Kend / hari
3	Bus sedang ( 8 ton )	26 Kend / hari
4	Truk 2 as 13 ton	121 Kend / hari
5	Truk 3 as 20 ton	261 Kend / hari
Jumlah kend/hari		1469
Jumlah kend/Tahun		536185

PT. CIPTA ABADI



Ir. Hasani  
Team Leader



**PLAN**

PEMILIK PROYEK



**PEMERINTAH KABUPATEN  
PASURUAN  
DINAS BINA MARGA  
KABUPATEN PASURUAN**

NAMA KEGIATAN

PENINGKATAN JALAN  
DI WILAYAH PASURUAN

NAMA PEKERJAAN

PENINGKATAN JALAN  
TENGGILIS REJO

LOKASI PEKERJAAN

KECAMATAN WINONGAN

REVISI	TANGGAL	TANDA TANGAN
MENGETAHUI		TANDA TANGAN
<u>CV. CIPTA ABADI</u>		
Ir. <u>WARJADI</u> Direktur		
DI SETUJUI		TANDA TANGAN
Ir. <u>HARI SPRAJITNO</u> Tenaga Ahli		
DI GAMBAR		TANDA TANGAN
<u>DEDY Satriya</u> Drafter		
GAMBAR		SKALA
Kode Gambar	No. Lembar	Jumlah Gambar

plot.log

D:\Kuliah\KULIAH\Skripsi Ku\Skripsiku\gambar skripsiku\jaln raya  
baru.dwg,Model,27/09/2018 1:20:01,user,DWG To PDF.pc3,ISO full bleed A4 (297.00  
x 210.00 MM),1:85.9197,  
D:\Kuliah\KULIAH\Skripsi Ku\Skripsiku\gambar skripsiku\jaln raya  
baru.dwg,Model,27/09/2018 1:20:26,user,DWG To PDF.pc3,ISO full bleed A4 (297.00  
x 210.00 MM),1:71.1484,  
D:\Kuliah\KULIAH\Skripsi Ku\Skripsiku\gambar skripsiku\jaln raya  
baru.dwg,Model,27/09/2018 1:20:55,user,DWG To PDF.pc3,ISO full bleed A4 (297.00  
x 210.00 MM),1:49.2915,