

**Perencanaan Perkerasan Jalan Raya Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)
No.02/B/BM/2013 Beserta Estimasi Biaya
(Studi Kasus Peningkatan Jalan Pada Ruas Kebun Sayur – Talang Kawo Kabupaten Merangin)**

Adi Wibowo, Radinal, Ari Endra Nasution

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muara Bungo
Email : adiwibowo280493@gmail.com, radinal160889@gmail.com, ariendra83@gmail.com.

ABSTRAK

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur banyak metode-metode yang dapat digunakan untuk perencanaan. Di Indonesia metode perencanaan tebal perkerasan jalan banyak menggunakan Metode Bina Marga. Metode ini pun telah beberapa kali mengalami perkembangan hingga yang terakhir adalah Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ). Sebelumnya Metode yang banyak digunakan adalah Metode Analisa Komponen (MAK). Dengan adanya Metode perkerasan jalan yaitu Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) tersebut menjadi latar belakang bagi penulis untuk melakukan Perencanaan dengan menggunakan metode yang terbaru. Dalam perhitungan tugas akhir ini data primer dan sekunder sangatlah penting dalam perencanaan tebal perkerasan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ). Dari hasil perhitungan didapat CESA5 sebesar 2,362.163 dengan tebal lapis perkerasan untuk lapis permukaan AC-WC = 4 cm, untuk lapis permukaan AC-BINDER = 6 cm, untuk lapis pondasi atas AC-BASE = 7 cm dan untuk lapis pondasi bawah LPA kelas A = 30 cm. Dan untuk estimasi biaya total keseluruhan adalah Rp 44.646.250.000 (Empat Puluh Empat Milyar Enam Ratus Empat Puluh Enam Juta Dua Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah).

Kata kunci : Metode, Perkerasan, Estimasi Biaya

ABSTRACT

**Road pavement planning with method of pavement design along (MDPJ) No.02/B/BM/2013 With cost estimation
(case study of road improvement in the vegetable kebun sayur – talang kawo rengency merangin)**

Adi Wibowo, Radinal, Ari Endra Nasution

**Civil engineering program faculty of engineering university of muara bungo
Email : adiwibowo280493@gmail.com, radinal160889@gmail.com, ariendra83@gmail.com.**

In the thickness planning of flexible pavement many methods can be used for planning. In Indonesian, Pavement planning method many use method of Bina Marga. This method has also been developed several times until the last is the Manual Method Of Pavement Design (MDPJ). Previously a widely used method in component analysis method (MAK). With the existence of road pavement method is the manual method of pavement design (MDPJ) is the background the author to do the planning using the latest method. In the calculation of this final task the primary data and secondary data is very important in the planning of pavement thickness using manual method of pavement design (MDPJ). From the calculation results obtained CESA5 of 2,362.163 with a thick layer of pavement for the AC-WC surface layer = 4 cm, for AC-BINDER = 6 cm, to the upper layer of AC-BASE = 7 cm, and for layer subgrade LPA class A = 30 cm. And for estimated total total cost is Rp 44,646.250.000 (Four Four Billion Six Hundred Forty Six Million Two Hundred Fifty Thousand Rupiah)

Keyword : Method, Pavement, Cost Estimation

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era yang semakin maju dan berkembang karena kebutuhan masyarakat akan terus meningkat, baik masyarakat pedesaan maupun perkotaan yang mempunyai kebutuhan untuk melakukan pergerakan dari suatu tempat ketempat lain. Untuk menunjang pergerakan tersebut masyarakat membutuhkan prasarana transportasi yaitu jalan raya. Beban yang diberikan kepada jalan raya berupa volume lalu lintas kendaraan secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan kualitas jalan hingga habis umur layannya.

Kabupaten Merangin setiap tahunnya terus mengalami perkembangan, mengacu pada segi kehidupan masyarakat yang terdiri dari ekonomi, sosial, politik, ataupun kewilayahannya. Sehingga perkembangan tersebut, kebutuhan akan transportasi juga terus meningkat, hal ini akan sangat berpengaruh terhadap sarana dan prasarana transportasi. Ruas Jalan Kebun Sayur – Talang Kawo merupakan Jalan Kabupaten dengan panjang jalan \pm 9100 meter dan lebar jalur lalu lintas 3,5 meter. Sebagai salah satu ruas jalan yang menghubungkan tempat-tempat penting penunjang kebutuhan masyarakat misalnya pusat perbelanjaan/pasar tradisional, pendidikan dan kegiatan lainnya, dengan intensitas rata-rata kendaraan yang lewat jalan tersebut adalah kendaraan sedang (\leq 18 ton). Oleh sebab itu kondisi jalan tersebut cepat atau lambat akan mengalami kerusakan akibat beban kendaraan yang terus berulang.

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur banyak metode-metode yang dapat digunakan untuk perencanaan, metode perencanaan tebal perkerasan diantaranya :

1. Metode Bina Marga, Indonesia
2. Metode AASHTO, Amerika Serikat

Di Indonesia, metode perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan Metode Bina Marga. Metode ini pun telah beberapa kali mengalami perkembangan hingga yang terakhir adalah Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ). Sebelumnya Metode yang banyak digunakan adalah metode Analisa Komponen (MAK).

Dengan adanya Metode perkerasan jalan yaitu Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) tersebut menjadi latar belakang bagi penulis untuk melakukan Perencanaan dengan menggunakan metode yang terbaru.

Untuk membangun suatu prasarana transportasi, dana yang diperlukan tidak sedikit dan metode pelaksanaan haruslah tepat. Oleh sebab itu, diperlukan Estimasi biaya yang rinci dalam perencanaannya dan memenuhi syarat sehingga pembangunannya dapat menghasilkan suatu konstruksi yang sesuai dengan kekuatan rencana dengan biaya pekerjaan yang optimal dan efisien.

Untuk itu penulis mengadakan Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Perkerasan Jalan**

Raya Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) No.02/B/BM/2013 Beserta Estimasi Biaya”. (*Studi Kasus Peningkatan Jalan Pada Ruas Kebun Sayur – Talang Kawo Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi*).

1.2 Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan Penulisan Tugas Akhir

Tujuan penulis dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Merencanakan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013.
- b. Menghitung volume dan estimasi biaya dari kedua metode perkerasan lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013.

2. Manfaat Penulisan Tugas Akhir

Manfaat yang diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a. Dapat lebih mengerti dan memahami tata cara perhitungan perkerasan lentur jalan raya dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013.
- b. Dapat menentukan desain tebal perkerasan pada pembangunan jalan raya yang memenuhi persyaratan teknis yang berlaku.
- c. Mengetahui volume dan estimasi biaya alternatif yang terbaik dari metode yang di tinjau berdasarkan dari tebal perkerasan.
- d. Dapat menentukan estimasi biaya sesuai metode yang efektif, efisien dan ekonomis.
- e. Sebagai bahan atau acuan referensi apabila dikemudian hari penulis dapat pekerjaan dalam bidang perencanaan jalan raya.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan di bahas pada Tugas Akhir ini berdasarkan latar belakang di atas, sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013 ?
2. Bagaimana hasil perencanaan dari Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013 tersebut berdasarkan estimasi biaya pelaksanaannya?

1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan masalah lebih terarah pada topik yang dibahas dan tidak terjadi salah pengertian, maka diberikan batasan pembahasan :

1. Tidak menghitung geometrik jalan.
2. Hanya menghitung tebal lapisan perkerasan lentur jalan raya yang dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013.
3. Hanya menghitung volume dan estimasi biaya untuk tebal perkerasan.
4. Tidak menghitung mobilisasi dan demobilisasi.

5. Tidak menghitung saluran drainase.
6. Perhitungan estimasi biaya memakai daftar harga bahan tahun 2016 dan analisa bina marga 2010 revisi 3 dari dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Merangin.
7. Data lalu lintas :
 - Data lalu lintas harian rata – rata tahun 2017 (didapat dari survey ulang selama 3 hari).
 - Jenis kendaraan yang melintas : sedan/angkot/pickup/station wagon, micro truck, buss, truck 2 as, truck 3 as.
8. Ruas jalan yang diteliti adalah Ruas Jalan Kebun Sayur – Talang Kawo Kabupaten Merangin.
9. *California Bearing Ratio* (CBR) tanah dasar di dapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Merangin.
10. Metode yang digunakan :
 - Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDJP) NO 02/M/BM/2013.

1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan tugas akhir ini secara umum terdiri dari tiga bagian, yaitu (1) bagian awal, (2) bagian isi, (3) bagian akhir.

1. Bagian awal

Bagian awal tugas akhir ini memuat sampul, judul, pengesahan, pernyataan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar table, dan daftar notasi/istilah.
2. Bagian isi
 - Bab I Pendahuluan, meliputi latar belakang masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
 - Bab II Tinjauan Pustaka, membahas tentang kerangka berfikir dan juga dasar teori yang dipakai dalam penulisan Tugas Akhir.
 - Bab III Metode membahas mengenai lokasi Tugas Akhir, subjek penelitian, prosedur penelitian, data dan variables Tugas Akhir, metode pengumpulan data dan teknik analisis data Tugas Akhir.
 - Bab IV Hasil perhitungan dan analisa data, menyajikan tentang gambaran umum penelitian,
 - Bab V Kesimpulan, membahas tentang kesimpulan.
3. Bagian akhir

Bagian akhir tugas akhir memuat daftar pustaka yang digunakan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir, lampiran data primer, tabel data, dan gambar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Pengertian Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional. Ada beberapa pengertian jalan yang didapat dari berbagai literatur diantaranya sebagai berikut :

1. Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagiannya termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan untuk manusia.
2. Jalan adalah serangkaian simpul atau ruang kegiatan yang dihubungkan oleh ruang lalu lintas hingga membentuk satu kesatuan sistem jaringan untuk keperluan penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan jalan.
3. 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, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel; (menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan).

2.1.2 Penampang Melintang Jalan

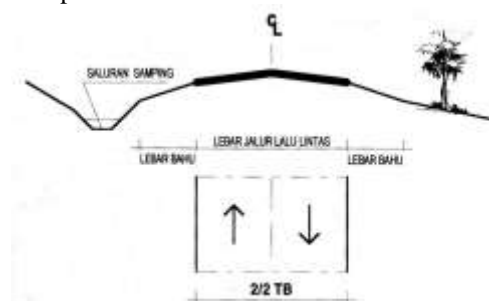
Penampang melintang jalan adalah potongan melintang tegak lurus sumbu jalan, yang memperlihatkan bagian – bagian jalan. Penampang melintang jalan yang akan digunakan harus sesuai dengan klasifikasi jalan serta kebutuhan lalu lintas yang bersangkutan, demikian pula lebar badan jalan, drainase dan kebebasan pada jalan raya semua harus disesuaikan dengan peraturan yang berlaku. Bagian jalan dikelompokkan :

1. Bagian yang langsung berguna untuk lalu lintas
 - Lajur lalu lintas dan jalur lalu lintas
 - Bahu jalan
 - Trotoar
 - Median
1. Bagian yang berguna untuk drainase jalan
 - Saluran samping
 - Kemiringan lereng
2. Bagian pelengkap jalan

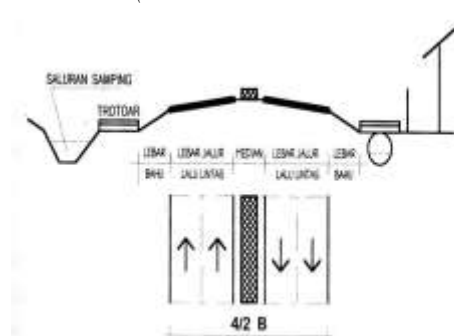
- Kereb
- Pengaman tepi

4. Daerah manfaat jalan (Damaja)
5. Daerah milik jalan (Damija)
6. Daerah pengawasan jalan (Dawasja)

Bagian-bagian dari jalan tersebut, mempunyai peran masing-masing agar jalan berfungsi secara optimal.



Gambar 2.1 Penampang melintang jalan tanpa median
(Sumber : PPGJR No. 13/1970)



Gambar 2.2 Penampang melintang jalan dengan median
(Sumber : PPGJR No. 13/1970)

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Perancangan Tebal Perkerasan Lentur

Menurut Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G. (1982) menyatakan bahwa yang dimaksud perencanaan perkerasan adalah memilih kombinasi material dan tebal lapisan yang memenuhi syarat pelayanan dengan biaya termurah dan dalam jangka panjang, yang umumnya memperhitungkan biaya konstruksi pemeliharaan dan pe-lapisan ulang. Perencanaan perkerasan meliputi kegiatan pengukuran kekuatan dan sifat penting lainnya dari lapisan permukaan perkerasan dan masing-masing lapisan di bawahnya serta menetapkan ketebalan permukaan perkerasan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah.

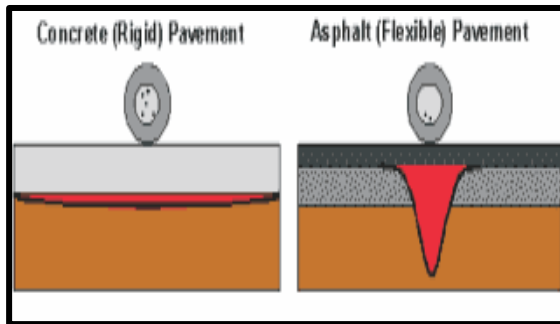
Mengingat perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar, maka secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak terlepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi setempat atau dengan tambahan timbunan dari lokasi lain yang telah dipadatkan dengan tingkat kepadatan tertentu, sehingga mempunyai daya dukung yang mampu mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

2.2.2 Jenis perkerasan jalan

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) yang dimaksud dengan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya.

Perkerasan didefinisikan sebagai lapisan yang relative stabil yang dibangun diatas tanah asli atau tanah dasar yang berfungsi untuk menahan dan mendistribusikan beban kendaraan serta sebagai lapisan penutup permukaan. Jadi perkerasan dibangun karena permukaan tanah dasar tidak mampu menahan beban kendaraan diatasnya.

Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu :



1. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dan
2. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Pada prinsipnya dua jenis perkerasan ini memiliki kelebihan dan kelemahan atau kekurangannya, yaitu perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Perkerasan lentur memiliki tingkat kenyamanan (*Ridding Comfort*) yang relatif bagus dibanding perkerasan kaku. Sedangkan perkerasan kaku lebih awet dan tetapi kurang nyaman, serta tidak memerlukan biaya perawatan selama periode pelayanan. Perkerasan kaku lebih tahan terhadap genangan air, sementara perkerasan lentur sangat rawan terhadap genangan air, terutama pada daerah muka air tanah yang cukup tinggi.

2.3 Parameter Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/M/BM/2013

2.3.1 Umur Rencana

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013 umur rencana digunakan untuk menentukan jenis perkerasan dengan mempertimbangkan elemen perkerasan berdasarkan analisis *Discounted Whole Of Life Cost* terendah. Berikut ini merupakan tabel ketentuan umur rencana dengan mempertimbangkan elemen perkerasan yang disajikan didalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013:

Tabel 2.1 Umur rencana perkerasan baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan agal dan lapisan berbutir dan CTB	20
	Pondasi jalan	
Perkerasan kaku	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak dirintaskan sering dirintaskan akibat pelapisan ulang, misal: jalan perkotaan, undapasa, jembatan, terowongan, Cement Treated Based	40
	Lapisan pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen dan pondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

2.3.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid. Bila data histori pertumbuhan lalu lintas tidak lengkap atau tidak tersedia Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013 menyediakan tabel faktor pertumbuhan lalu lintas minimum sebagai berikut:

Tabel 2.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk desain.

Jenis jalan	2011-2020	>2021-2030
Arteri dan perkotaan(%)	5	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.01i} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
- i = Tingkat pertumbuhan tahunan (%)
- UR = Umur rencana (tahun)

2.3.3 Faktor Distribusi Lajur (DL) Dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga ditetapkan dalam Tabel dibawah ini. Kapasitas pada lajur desain tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu kepada Permen PU No.19/PRT/M/2011 mengenai Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK) yang harus dipenuhi. Kapasitas lajur maksimum agar mengacu pada MKJI.

Tabel 2.3 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur per arah	Faktor distribusi lalu lintas (%)
1	100
2	80
3	60

4	40
---	----

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *		Kendaraan Berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

- * berat total < 5 ton, misalnya sedan, pick up
- ** berat total ≥ 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, trailer dan lain-lain.

(Sumber: Manual Desain Perkerasan 2013 dan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen)

2.3.4 Menentukan Nilai Traffic Multiplier (TM)

Nilai TM kelelahan lapisan aspal (TM lapisan aspal) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8-2. Nilai yang akurat berbeda-beda tergantung dari beban berlebih pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai TM untuk mendapatkan nilai CESA5, rumus untuk mendapatkan CESA5 sebagai berikut :

$$CESA5 = (TM \times CESA4) \dots \dots \dots (2.2)$$

Sama halnya juga untuk mengakomodasi deformasi tanah dasar dan lapis perkerasan dengan pengikat semen masing-masing juga mengikuti aturan pangkat 7 dan pangkat 12, sehingga juga dibutuhkan penggunaan faktor TM untuk desain mekanistik. Desain dalam manual ini didasarkan pada nilai CESA pangkat 4 dan

5 yang sesuai. Karena itu sangat penting untuk menggunakan nilai CESA yang benar sebagai masukan dalam penggunaan desain.

- a. Pangkat 4 digunakan untuk bagan desain pelaburan tipis (Burda) dan perkerasan tanpa penutup.
- b. Pangkat 5 digunakan untuk perkerasan lentur
- c. Pangkat 7 dan pangkat 12 digunakan untuk perkerasan kaku.

2.3.5 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai :

$$ESA = (\Sigma \text{ jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF}) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \times DA \times DL \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- ESA : Lintasan sumbu standar ekivalen (Equivalent Standard Axle) untuk 1 (satu) hari
- LHRT : Lintas harian rata – rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu
- CESA : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
- R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
- DL : Faktor Distribusi Lajur
- DA : Faktor Distribusi Kendaraan

Didalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013, untuk Tabel Nilai VDF (*Vehicle Damage Factors*) standard sebagai berikut :

Tabel 2.5 Nilai VDF standard

Jenis Kendaraan	Kategori	Tipe	Laju (km/jam)	Status (misal: yang sangat berat)	Kategori Lajur	Distribusi trafik (%)		Faktor Distribusi Lajur (VDF)	
						1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1	Traktor	12		1	100			
2,3,4	2,3,4	Traktor ringan, pickup, motor ringan	12		2	10,7	7,6		
5	5	Bus	12		2	17	12	10	12
6	6	Bus besar	12		2	11	12	10	12
7a	7a	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
7b	7b	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
8a	8a	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
8b	8b	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
9a	9a	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
9b	9b	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
10	10	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
11	11	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
12	12	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
13	13	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
14	14	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
15	15	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
16	16	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
17	17	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
18	18	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
19	19	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
20	20	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
21	21	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
22	22	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
23	23	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
24	24	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12
25	25	Truk 2 aksel, pengangkut pasir, pupuk, semen	12	status standar	2	18	18	10	12

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

2.3.6 Menentukan Desain Pondasi

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Bina ppMarga 2013 sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar.

Tabel 2.6 Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	Laju lintas laju desain umur rencana 40 tahun (juta CESA)		
				<2	2-4	>4
≥6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau turbinan pilihan (pemadatan bertapis ≤200 mm tebal lapis)	Tidak perlu peningkatan		
				100		
				150		
				200		
				300		
3	SG3	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau turbinan pilihan (pemadatan bertapis ≤200 mm tebal lapis)	400		
				500		
				600		
2-3	SG2-3	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau turbinan pilihan (pemadatan bertapis ≤200 mm tebal lapis)	1000		
				1100		
Perkerasan lentur diatas tanah hincik ¹⁾	SG1abival ¹⁾	B	Lapis penutup (capping layer) ²⁾³⁾ Atas lapis penutup dan geogrid ²⁾³⁾	1200		
				1000		
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (minimum perataan lain digunakan)		D	Lapis penutup bertubi ²⁾³⁾	650		
				750		
				850		
				1000		
				1250		
				1500		

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

2.3.7 Penentuan Dan Pemilihan Jenis Perkerasan

Pemilihan perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalulintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2013

menyajikan solusi alternatif menggunakan tabel berikut :

Tabel 2.7 Pemilihan Jenis Perkerasan

Jenis perkerasan	desain	ESA 20 tahun (mm)				
		Pangkat 4 (nilai distribusi baru)				
		0.0-5	0.1-4	4-10	10-30	>30
Perkerasan kaku dengan lbt lapis basal	4			2	2	3
Perkerasan kaku dengan lbt lapis subbasal (des dan dasar perkerasan)	4A		1,3			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 3)	3				3	
AC dengan CTB (pangkat 3)	3			2		
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 3)	3A			1,2		
AC atau HBS tipe lapis pondasi berbutir	3		1,3			
Batu dan Batu dengan LPA kelas A atau kelas Adh	Gambar 6	3	3			
Lapis pondasi self cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa pondasi	Gambar 6	3				

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

2.3.8 Menentukan Desain Tebal Perkerasan

Tebal yang akan dihasilkan oleh Manual Desain Perkerasan 2013 didapat melalui bagan desain yang telah disediakan berdasarkan CESA5 yang telah didapat,

Tabel 2.8 Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Termasuk CTB¹

	STRUKTUR PERKERASAN							
	FF1	FF2	FF	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8
	Liniat desain 5 & 6				Liniat Desain Desain Lentur alternatif lain			
Pengukuran beban sumbu desain 20 tahun berkorelasi lajur desain (pangkat 3) (10 CESA)	<0.6	0.6-2.0	2.0-4.0	4.0-30	30-60	60-100	100-200	200-2000
Jenis permukaan berpangkat	HRS, SS atau Pavimac	HRS (S)	AC atau AC	AC				
Jenis lapis pondasi dan lapis pondasi bawah	Lapis pondasi berbutir A			Cement Treated Base (CTB) (cement treated base A)				
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
HRS WC	30	30	30					
HRS Base	35	35	35					
AC WC				40	40	40	50	50
AC BC				135	155	165	220	230
CTB atau LPA				150	150	150	150	150
Rebase				150	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kelas lain atau lapis pondasi dengan CRP > 10%	150	105	105					

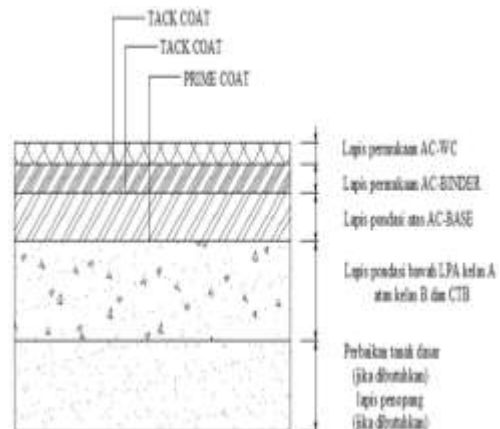
(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

Tabel 2.9 Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FF1	FF2	FF	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
Solusi yang dipilih									
Pengukuran beban sumbu desain 20 tahun dilajur rencana (pangkat 3) (10 CESA)	1-2	2-4	4-7	7-10	10-20	20-30	30-50	50-100	100-200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC Binder	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

(Sumber: Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

2.3.9 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) NO 02/B/BM/2013



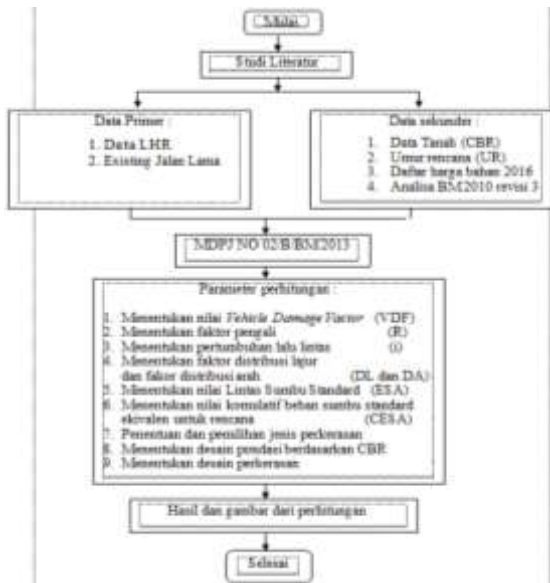
Gambar 2.3 Susunan Pada Perkerasan lentur MDPJ 02/B/BM/2013

(Sumber : Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

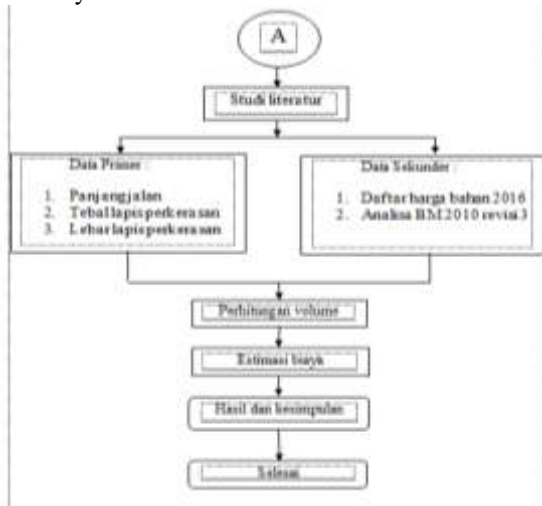
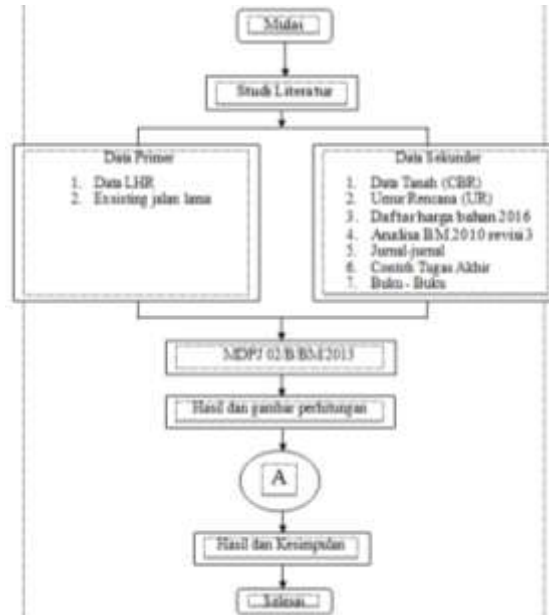
2.4 Estimasi Biaya Proyek

Menurut Iman Soeharto (1997), estimasi biaya proyek memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada tahap awal dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu proyek. Perkiraan biaya dibedakan dari anggaran dalam hal perkiraan biaya terbatas pada tabulasi biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan tertentu proyek ataupun proyek secara keseluruhan. Sedangkan anggaran merupakan perencanaan terinci perkiraan biaya dari bagian atau keseluruhan kegiatan proyek yang dikaitkan dengan waktu.

Definisi perkiraan biaya menurut *National Estimating Society – USA* adalah sebagai berikut : “Perkiraan biaya adalah seni memperkirakan (*The Art Of Approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang



2. Bagan Alir Perhitungan Volume Dan Estimasi Biaya



3. Bagan Alir Perhitungan Keseluruhan/Flowchart Tugas Akhir

**BAB IV
PEMBAHASAN**

4.1 Data Perencanaan

Perencanaan perkerasan lentur (*Fleksible Pavement*) Pada Ruas Jalan Kebun Sayaur-Talang Kawo Kabupaten Merangin menggunakan data primer dan data sekunder.

Data primer diantaranya sebagai berikut :

1. data penyelidikan tanah/*CBR* (didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Merangin)
2. Lalu lintas harian/*LHR* (didapat setelah melakukan survey ulang selama 3 hari)
3. Data existing jalan lama, diantaranya :
 - Jumlah jalur, 1 lajur 2 arah
 - Lebar badan jalan 3,5 meter
 - Panjang jalan 9100 meter (didapat dari survey ke lapangan)

Data sekunder diantaranya sebagai berikut :

1. Data penyelidikan tanah/*CBR* (didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Merangin)
2. Buku-buku, jurnal, dan tugas akhir yang ada kaitannya dengang Tugas Akhir ini.
3. Daftar harga bahan tahun 2016 Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Merangin.
4. Analisa bina marga 2010 revisi 3.
5. Umur rencana/*UR*.
6. Peraturan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/B/BM/2013.
- 7.

4.2 Parameter Perkerasan Lentur Berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/B/BM/2013

4.2.1 Menentukan Nilai CESA

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada

lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai :

$$ESA = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF})$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \times DA \times DL$$

Dimana :

- ESA : Lintasan sumbu standar ekivalen (*Equivalent Standard Axle*) untuk 1 (satu) hari
- LHRT : Lintas harian rata – rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu
- CESA : Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
- R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
- DL : Faktor Distribusi Lajur
- DA : Faktor Distribusi Kendaraan

- Menentukan nilai VDF komposisi kendaraan
Berdasarkan tabel 2.10 yang di sajikan Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/B/BM/2013.

Tabel 4.1 nilai VDF

Kendaraan	Konfigurasi sumbu	VDF4	VDF5
Sepeda motor, skuter dan kendaraan roda tiga	1.1	-	-
Sedan, jeep dan station wagon	1.1	-	-
Opel pick up, combi dan mini bus	1.1	-	-
Pick up truk dan mobil hantaran	1.1	0.3	0.2
Bus kecil	1.2	0.3	0.2
Bus besar	1.2	1.0	1.0
Truk ringan 2 sumbu	1.2	0.8	0.8
Truk sedang 2 sumbu	1.2	1.6	1.7

(Sumber : Manual Desain Perkerasan No 02/M/BM/2013)

- Menentukan faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

Berdasarkan tabel 2.7 yang disajikan oleh Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/B/BM/2013. Maka di dapat faktor pertumbuhan lalu lintas 5% dengan kelas jalan Arteri perkotaan, Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung menggunakan persamaan 2.1, yaitu :

$$R = \frac{(1+0.01(5))^{20}-1}{0.01(5)} = 33,066$$

Dimana :

- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
- i = Tingkat pertumbuhan tahunan (%)
- UR = Umur rencana (tahun)

- Menentukan faktor distribusi lajur (DL) dan faktor distribusi kendaraan (DA)

Berdasarkan tabel 2.3 dan tabel 2.4 yang di sajikan oleh Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/B/BM/2013. Maka untuk faktor distribusi lajur (DL) adalah 80% = 0.8 karena 1 jalur 2 lajur dan

untuk koefisien distribusi kendaraan (DA) adalah 0.5 karena 2 lajur 2 arah.

Maka nilai CESA dapat direkapitulasi seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Rekapitulasi Niali CESA

Kendaraan	Kesatu	LHRT (kend/hari)	R	DA	DL	Jumlah	VDF4	VDF5	ESAL4	ESAL5
Sepeda motor, skuter dan kendaraan roda tiga	1.1	13.420	33.066	0.5	0.8	365	0	0	0	0
Sedan, jeep dan station wagon	1.1	753	33.066	0.5	0.8	365	0	0	0	0
Opel pick up, combi dan mini bus	1.1	284	33.066	0.5	0.8	365	0	0	0	0
Pick up truk dan mobil hantaran	1.1	285	33.066	0.5	0.8	365	0.3	0.2	424.346	424.346
Bus kecil	1.2	27	33.066	0.5	0.8	365	0.3	0.2	33.311	33.311
Bus besar	1.2	12	33.066	0.5	0.8	365	1.0	1.0	57.952	57.952
Truk ringan 2 sumbu	1.2	34	33.066	0.5	0.8	365	0.8	0.8	331.312	331.312
Truk sedang 2 sumbu	1.2	208	33.066	0.5	0.8	365	1.6	1.7	1.642.963	1.753.258
CESA									2.284.261	2.362.163

Maka dari perhitungan tabel seperti tampak pada tabel rekapitulasi didapat nilai CESA :

$$CESA4 = 2.284.261 \text{ ESAL}$$

CESA4 digunakan untuk menentukan pemilihan jenis perkerasan.

$$CESA5 = 2.362.163 \text{ ESAL}$$

CESA5 digunakan untuk menentukan tebal perkerasan lentur berdasarkan bagan/tabel desain yang telah disediakan Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/B/BM/2013.

4.2.2 Penentuan Dan Pemilihan Jenis Perkerasan

Pemilihan perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Didalam Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) No 02/M/BM/2013 menyajikan solusi alternatif menggunakan tabel 2.12, berdasarkan nilai CESA4 di antara 0.1 – 4 juta maka di peroleh solusi alternatif untuk struktur perkerasan AC atau HRS tipis diatas pondasi bebutir. (Lampiran 4.1)

Lampiran 4.1 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur perkerasan	Desain	ESAL 20 tahun (juta)				
		0-0.3	0.1-4	4.10	10-30	>30
Perkerasan lentur dengan lalu lintas berat	A			2	2	3
Perkerasan lentur dengan lalu lintas sedang (desain dan tebal perkerasan)	4A		1.2			
AC WC modifikasi atau ES-BA modifikasi dengan CTB (panjang 3)	3				3	
AC dengan CTB (panjang 3)	3			3		
AC tebal 2 150 mm dengan lapis pondasi bebutir (panjang 3)	3A			1.2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi bebutir	3					
Gravel dan Baris dengan LPA lapis A atau lapis A/B	Gambar 4	3	3			
Lapis pondasi and cement	6	1	1			
Perkerasan lapis perkerasan	Gambar 4	3				

4.2.3 Menentukan Desain Pondasi

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 sangat ditekankan dalam hal perbaikan

tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan CESA5 yang akan diterima perkerasan. Maka bila nilai CBR perkerasan sebesar 6,1 % dan CESA5 sebesar 2.362.163 juta maka tidak diperlukan perbaikan tanah dasar. (Lampiran 4.2)

Lampiran 4.2 Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	Lebar lintas lalu lintas umum rencana 40 tahun (Jalan CESA5)		
				3,0 m	3,5 m	4,0 m
≥ 8	SG-6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi: tahanan stabilisasi kapur atau tahanan gipsum (penambahan berlapas 2.500 mm tebal lapas)	Tebal minimum peningkatan tanah dasar		
7	SG-5			Tebal perlu peningkatan		
6	SG-4			100	150	200
5	SG-3			150	200	300
4	SG-2	AE	Perbaikan tanah dasar meliputi: tahanan stabilisasi kapur atau tahanan gipsum (penambahan berlapas 2.500 mm tebal lapas)	175	220	350
3	SG-1			400	500	600
Perkerasan lapis atas tanah' (Perbaikan)				1000	1100	1200
Tebal lapis perkerasan (Aspal)				1000	1100	1200
Atau lapis perkerasan dan agregat				850	750	800
Tebal lapis perkerasan berlapas				1000	1250	1500
Tanah gantus dengan FES5 atau perkerasan Benda untuk jalan kecil (memenuhi peraturan lain digunakan)				850	750	800

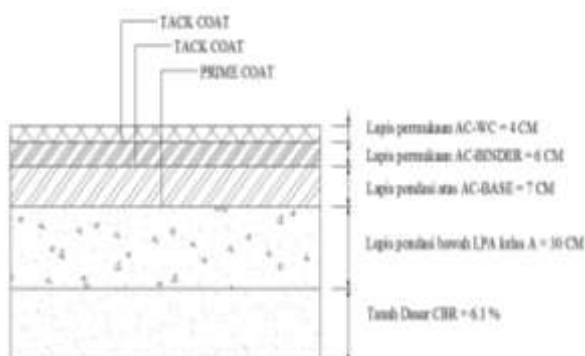
4.2.4 Menentukan Desain Tebal Perkerasan

Tebal yang akan dihasilkan oleh manual desain perkerasan jalan 2013 didapat melalui tabel 2.14 yang telah disediakan berdasarkan CESA5 sebesar 2.362.163 yang telah didapat dari perhitungan. (Lampiran 4.3)

Lampiran 4.3 menentukan desain tebal perkerasan

STRUKTUR PERKERASAN									
	FF1	FF2	FF	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
Solusi yang dipilih									
Pengalasan bahan untuk desain 20 tahun dengan rencana (pangkat 5) (10 CBA)	1-2	2-4	4-7	7-10	10-20	20-30	30-50	50-100	100-200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC Binder	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

Maka didapat desain tebal perkerasan, sebagai berikut



Gambar 4.1 Tebal Perkerasan

4.3 Perhitungan Volume Perkerasan

Setelah didapat tebal perkerasan berdasarkan tabel yang disediakan oleh Metode Manual Desain

Perkerasan Jalan (MDPJ) NO.02/B/BM/2013. Maka langkah selanjutnya menghitung volume perkerasan.

4.3.1 Volume Lapis Permukaan

1. Lapis Permukaan *Asphaltic Concrete Wearing Course* (AC - WC)

Berdasarkan perhitungan dan tabel yang disediakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) maka di peroleh tebal perkerasan 4 cm atau 0.04 meter sedangkan untuk *Existing* lebar badan jalan lama adalah 3.5 meter, maka dalam perhitungan penulis mengasumsikan lebar badan jalan ditingkatkan menjadi 4.5 meter. untuk perhitungan volume tebal perkerasan sebagai berikut :

$$\text{Luas} = \left(\frac{4,5 + 4,54}{2} \right) \times 0,04 = 0,181 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Luas} \times \text{panjang jalan} = 0,181 \text{ m}^2 \times 9,100 \text{ m} = 1,647 \text{ m}^3$$

2. Lapis permukaan *Asphaltic Concrete Binder Course* (AC - BC)

Berdasarkan perhitungan dan tabel yang disediakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) maka di peroleh tebal perkerasan 6 cm atau



0.06 meter dan untuk lebar menjadi 4.58 meter. Dan untuk perhitungan volume tebal perkerasan sebagai berikut :



$$\text{Luas} = \left(\frac{4,54 + 4,58}{2} \right) \times 0,06 = 0,274 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Luas} \times \text{panjang jalan} = 0,274 \text{ m}^2 \times 9,100 \text{ m} = 2,490 \text{ m}^3$$

4.3.2 Volume Lapis Pondasi Atas

1. Lapis pondasi atas *Asphalt Concrete-Base* (AC - BASE)

Berdasarkan perhitungan dan tabel yang disediakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) maka di peroleh tebal perkerasan 7 cm atau 0.07 meter dan untuk lebar menjadi 4.62 meter. Dan untuk perhitungan volume tebal perkerasan sebagai berikut :

$$\text{Luas} = \left(\frac{4,58 + 4,62}{2} \right) \times 0,07 = 0,322 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Luas} \times \text{panjang jalan} = 0,322 \text{ m}^2 \times 9,100 \text{ m} = 2,930 \text{ m}^3$$

4.3.3 Volume Lapis Pondasi Bawah



1. Lapis Pondasi Bawah Lapis Pondasi Agregat Kelas A (LPA KLAS A)

Berdasarkan perhitungan dan tabel yang disediakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) maka di peroleh tebal perkerasan 30 cm atau 0.30 meter dan untuk lebar menjadi 5.82 meter (4.62 m + 0.5 m + 0.5 m + 0.1 m + 0.1 m). Dan untuk perhitungan volume tebal perkerasan sebagai berikut :

$$\text{Luas} = \left(\frac{5,62+5,82}{2} \right) \times 0,3$$

$$= 1.716 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Luas} \times \text{panjang jalan}$$

$$= 1.716 \text{ m}^2 \times 9.100 \text{ m}$$

$$= 15.616 \text{ m}^3$$

4.4 Volume Lapis Resap Pengikat (Prime Coat) Dan Lapis Resap Perekat (Tack Coat)

Koefisien untuk *Prime Coat* berkisar antara 0,4 sampai 1,3 liter/m², umumnya koefisien yang diambil = 0,8 liter/m² sedangkan untuk koefisien untuk *Tack Coat* berkisar antara 0,15 sampai 0,50 liter/m², umumnya koefisien yang diambil = 0,35 liter/m². Dalam perencanaan perkerasan lentur pada Tugas Akhir ini untuk perhitungan lapis resap pengikat Lapis Resap Perekat sebagai berikut :

1. *Tack Coat* Lapis Permukaan

a. Lapis Perekat *Asphaltic Concrete Wearing Course* (AC - WC)

$$= \text{Panjang Jalan (m)} \times \text{Lebar Jalan (m)} \times \text{Koefisien (liter/m}^2\text{)}$$

$$= 9.100 \times 4.54 \times 0.8$$

$$= 33.051 \text{ liter}$$

b. Lapis Perekat *Asphaltic Concrete Binder Course* (AC - BC)

$$= \text{Panjang Jalan (m)} \times \text{Lebar Jalan (m)} \times \text{Koefisien (liter/m}^2\text{)}$$

$$= 9.100 \times 4.58 \times 0.8$$

$$= 33.342 \text{ liter}$$

2. *Prime Coat* Lapis Pondasi Atas

a. Lapis pengikat *Asphalt Concrete-Base* (AC-BASE)

$$= \text{Panjang Jalan (m)} \times \text{Lebar Jalan (m)} \times \text{Koefisien (liter/m}^2\text{)}$$

$$= 9.100 \times 5.62 \times 0.35$$

$$= 17.900 \text{ liter}$$

4.5 Perhitungan Estimasi Biaya Untuk Tebal Perkerasan

Setelah didapat volume untuk semua lapis perkerasan, maka langkah selanjutnya menghitung



estimasi biaya untuk tebal perkerasan. Didalam perhitungan estimasi biaya diketahui bahwa volume tebal perkerasan memiliki satuan m³ dan untuk harga adalah ton maka perlu diketahui berat jenis (2,3

ton/m³) agar satuan yang didapat sama menjadi ke ton tetapi untuk lapis pondasi bawah (LPA kelas A) tidak perlu dikalikan ke berat jenis karena satuan volume dan harga sudah m³ . Untuk perhitungan estimasi biaya sebagai berikut :

4.5.1 Estimasi Untuk Tebal Biaya Perkerasan Lapis Permukaan

1. Lapis Permukaan *Asphaltic Concrete Wearing Course* (AC - WC)

$$\text{Volume} = 1.647 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis} = 2,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Harga AC-WC} = \text{Rp } 1,548.416 / \text{ton (Terlampir)}$$

$$\text{Maka} = (V \times B_j) \times \text{harga}$$

$$= (1.647 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3) \times \text{Rp } 1,548.416.79 / \text{ton}$$

$$= 3.788 \times \text{Rp } 1,548.416.79$$

$$= \text{Rp } 5.866.000.000$$

2. Lapis permukaan *Asphaltic Concrete Binder Course* (AC - BC)

$$\text{Volume} = 2.490 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis} = 2,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Harga AC-BC} = \text{Rp } 1,467.255,75 / \text{ton (Terlampir)}$$

$$\text{Maka} = (V \times B_j) \times \text{harga}$$

$$= (2.490 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3) \times \text{Rp } 1,467.255,75 / \text{ton}$$

$$= 5.727 \times \text{Rp } 1,467.255,75$$

$$= \text{Rp } 8.403.000.000$$

4.5.2 Estimasi Untuk Tebal Biaya Perkerasan Lapis Pondasi Atas

1. Lapis pondasi atas *Asphalt Concrete-Base* (AC-BASE)

$$\text{Volume} = 2.930 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis} = 2,3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Harga AC-BASE} = \text{Rp } 1,340.523.63 / \text{ton (Terlampir)}$$

$$\text{Maka} = (V \times B_j) \times \text{harga}$$

$$= (2.930 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3) \times \text{Rp } 1,340.523.63 / \text{ton}$$

$$= 6.739 \times \text{Rp } 1,340.523.63$$

$$= \text{Rp } 9.034.000.000$$

4.5.3 Estimasi Untuk Tebal Biaya Perkerasan Lapis Pondasi Bawah

1. Lapis Pondasi Bawah Lapis Pondasi Agregat Kelas A (LPA KLAS A)

$$\text{Volume} = 15.616 \text{ m}^3$$

$$\text{Harga LPA kls A} = \text{Rp } 669,305.48 / \text{m}^3 \text{ (Terlampir)}$$

$$\text{Maka} = V \times \text{harga}$$

$$= 15.616 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 669,305.48 / \text{m}^3$$

$$= \text{Rp } 10.451.874.000$$

4.6 Estimasi Biaya Untuk Lapis Resap Pengikat (Prime Coat) Dan Lapis Resap Perekat (Tack Coat)

Perhitungan estimasi biaya Prime Coat dan Tack Coat, sebagai berikut :

1. Lapis permukaan

a. Lapis Perekat AC – BC

Volum = 33.051 liter

Harga aspal = Rp 15.836,28/liter (Terlampir)

Maka = V x harga
= 33.051 liter x Rp 15.836,28/liter
= Rp 523.405.000

b. Lapis Perekat AC – BC

Volume = 33.342 liter

Harga aspal = Rp 15.836,28/liter (Terlampir)

Maka = V x harga
= 33.342 liter x Rp 15.836,28/liter
= Rp 528.013.000

2. Lapis pondasi atas

a. lapis Pengikat AC – BASE

Volume = 17.900 liter

Harga aspal = Rp 16.605,89/liter (Terlampir)

Maka = V x harga
= 17.900 liter x Rp 16.605,89/liter
= Rp 297.245.000

4.7 Estimasi Biaya Untuk Tenaga Kerja Dan Sewa Alat

4.7.1 Tenaga Kerja

1. Pekerjaan Penghamparan Lapis Perkerasan (AC-WC, AC-BC, dan AC-BASE pondasi atas)

Dalam pekerjaan penghamparan lapis perkerasan (AC-WC, AC-BC, dan AC-BASE), tenaga kerja yang dibutuhkan adalah 11 orang (1 orang mandor, 10 orang pekerja berdasarkan analisa di lampiran) untuk perhitungan estimasi biaya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Lapis AC-WC

No	Keterangan	Satuan	Petkiraan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga/ton (Rp)	Volume total AC-WC (ton)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0201	17.982,14	361,09	3,788	1.367.808,92
2	Pekerja	Jam	0,2008	11.910,71	2.391,71	3,788	9.056.653,88
Total							10.424.442,80

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

Tabel 4.4 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Lapis AC-BC

No	Keterangan	Satuan	Petkiraan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga/ton (Rp)	Volume total AC-BC (ton)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0201	17.982,14	361,09	5,727	2.067.962,45
2	Pekerja	Jam	0,2008	11.910,71	2.391,71	5,727	13.697.097,34
Total							15.765.059,79

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

Tabel 4.5 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Lapis AC-BASE

No	Keterangan	Satuan	Petkiraan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga/ton (Rp)	Volume total AC-BASE (ton)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0201	17.982,14	361,09	6,739	2.433.385,51
2	Pekerja	Jam	0,2008	11.910,71	2.391,71	6,739	16.317.733,69
Total							18.751.119,20

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

2. Pekerjaan Penghamparan Lapis Perkerasan Pondasi bawah (LPA kelas A)

Dalam pekerjaan penghamparan lapis perkerasan pondasi bawah (LPA kelas A), tenaga kerja yang dibutuhkan adalah 8 orang (1 orang mandor, 7 orang pekerja berdasarkan analisa di lampiran). untuk perhitungan estimasi biaya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Lapis LPA kelas A

No	Keterangan	Satuan	Petkiraan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga/m ² (Rp)	Volume total LPA kelas A (m ²)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0085	17.982,14	152,76	15.616	2.385.500,16
2	Pekerja	Jam	0,0595	11.910,71	708,29	15.616	11.660.656,94
Total							14.046.157,10

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

3. Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Prime Coat) Dan Lapis Resap Perekat (Tack Coat)

Dalam pekerjaan ini dibutuhkan 12 tenaga kerja (2 mandor, 10 pekerja) untuk Prime Coat dan Tack Coat, untuk perhitungan estimasi biaya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Prime Coat (AC-BASE)

No	Keterangan	Satuan	Petimbangan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga liter (Rp)	Volume total Prime Coat (liter)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0004	17.982,14	7,49	17.900	134.071
2	Pekerja	Jam	0,0021	11.910,71	24,81	17.900	444.099
Total							578.170

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

Tabel 4.8 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Tack Coat (AC-WC)

No	Keterangan	Satuan	Petimbangan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga liter (Rp)	Volume total Prime Coat (liter)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0004	17.982,14	7,49	33,051	242.551,99
2	Pekerja	Jam	0,0021	11.910,71	24,81	33,051	819.995,31
Total							1.062.547,30

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

Tabel 4.9 Estimasi Biaya Untuk Pekerjaan Tack Coat (AC-BC)

No	Keterangan	Satuan	Petimbangan kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga liter (Rp)	Volume total Prime Coat (liter)	Total biaya (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Mandor	Jam	0,0004	17.982,14	7,49	33,342	249.731,58
2	Pekerja	Jam	0,0021	11.910,71	24,81	33,342	827.215,02
Total							1.076.946,60

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

4.7.2 Estimasi Biaya Sewa Alat

Dalam perencanaan perkerasan jalan raya alat berat berperan sangatlah penting, berikut ini adalah alat berat yang digunakan dan estimasi biaya sewa alat dalam perencanaan perkerasan jalan, sebagai berikut :

1. Estimasi biaya sewa alat berat yang digunakan dalam pekerjaan AC-WC

Berdasarkan analisa, alat berat yang digunakan dan biaya sewa sebagai berikut :

Tabel 4.10 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Petimbangan Kuantitas	Harga Satuan Jam (Rp)	Jumlah Harga Ton (Rp)	Volume Total AC-WC (Ton)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Wheel Loader	Jam	0,0096	411.504,56	3.938,67	3,788	14.919.681,96
2	Amp	Jam	0,0201	7.787.901,17	158.210,87	3,788	599.502.775,2
3	Genset	Jam	0,0201	535.424,29	10.751,49	3,788	40.736.644,32
4	Dump Truck	Jam	0,5528	320.921,06	177.395,71	3,788	671.974.948,68
5	Aip. Finisher	Jam	0,0137	969.457,64	13.318,90	3,788	50.452.296,62
6	Tandem Roller	Jam	0,0135	520.082,80	7.033,56	3,788	26.649.125,3
7	P. Tye Roller	Jam	0,0058	498.386,76	2.891,86	3,788	10.954.363,7
8	Alat Berat	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00	3,788	3.788,000
Total							1.438.761.840

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

2. Estimasi biaya sewa alat berat yang digunakan dalam pekerjaan AC-BC

Berdasarkan analisa, alat berat yang digunakan dan biaya sewa sebagai berikut :

Tabel 4.11 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Petimbangan Kuantitas	Harga Satuan Jam (Rp)	Jumlah Harga Ton (Rp)	Volume Total AC-BC (Ton)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Wheel Loader	Jam	0,0096	411.504,56	3.938,67	5,727	22.556.763,1
2	Amp	Jam	0,0201	7.787.901,17	158.210,87	5,727	908.075.652
3	Genset	Jam	0,0201	535.424,29	10.751,49	5,727	61.573.783,2
4	Dump Truck	Jam	0,5528	320.921,06	177.395,71	5,727	1.011.945.230
5	Aip. Finisher	Jam	0,0113	969.457,64	10.853,18	5,727	61.822.213,8
6	Tandem Roller	Jam	0,0108	520.082,80	5.627,85	5,727	32.250.697
7	P. Tye Roller	Jam	0,0048	498.386,76	2.393,49	5,727	13.749.357,2
8	Alat Berat	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00	5,727	5.727,000
Total							2.154.378.700

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

3. Estimasi biaya sewa alat berat yang digunakan dalam pekerjaan AC-BASE

Berdasarkan analisa, alat berat yang digunakan dan biaya sewa sebagai berikut :

Tabel 4.12 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Petimbangan Kuantitas	Harga Satuan Jam (Rp)	Jumlah Harga Ton (Rp)	Volume Total AC-BASE (Ton)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Wheel Loader	Jam	0,0096	411.504,56	3.938,67	6,739	26.542.697,1
2	Amp	Jam	0,0201	7.787.901,17	158.210,87	6,739	1.066.183,859
3	Genset	Jam	0,0201	535.424,29	10.751,49	6,739	72.434.291,1
4	Dump Truck	Jam	0,5528	320.921,06	177.395,71	6,739	1.194.469.690
5	Aip. Finisher	Jam	0,0092	969.457,64	8.879,32	6,739	59.857.753,7
6	Tandem Roller	Jam	0,0090	520.082,80	4.689,94	6,739	31.599.443,6
7	P. Tye Roller	Jam	0,0052	498.386,76	2.570,54	6,739	17.322.869,1
8	Alat Berat	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00	6,739	6.739,000
Total							2.465.148.770

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

4. Estimasi biaya sewa alat berat yang digunakan dalam pekerjaan LPA kelas A

Berdasarkan analisa, alat berat yang digunakan dan biaya sewa sebagai berikut :

Tabel 4.13 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan/Jam (Rp)	Jumlah Harga Ton (Rp)	Volume Total LPA kelas A (m ³)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Wheel loader	Jam	0,0085	401.504,56	3.494,82	15.616	54.375.109,1
2	Dump truck	Jam	0,8355	320.921,06	266.121,71	15.616	4.159.756,620
3	Motor grader	Jam	0,0043	531.796,79	2.265,18	15.616	35.373.050,9
4	Tandem roller	Jam	0,0134	520.082,80	6.962,29	15.616	108.723.121
5	Water tank	Jam	0,0141	307.531,68	4.463,30	15.616	69.898.892,8
6	Alat bantu	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00	15.616	15.616.000
Total							4.439.742.794

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

5. Estimasi biaya sewa alat berat yang digunakan dalam pekerjaan *Prime Coat (AC- BASE)* dan *Tack Coat (AC-BC dan AC-WC)*

Berdasarkan analisa, alat berat yang digunakan dan biaya sewa sebagai berikut :

Tabel 4.14 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan/Jam (Rp)	Jumlah Harga liter (Rp)	Volume Total prime coat (liter)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Agp distributor	Jam	0,0002	455.557,44	94,91	17.900	1.600.889
2	Compressor	Jam	0,0002	221.239,08	46,09	17.900	825.011
Total							2.423.900

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

Tabel 4.15 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan/Jam (Rp)	Jumlah Harga liter (Rp)	Volume Total tack coat (liter)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Agp distributor	Jam	0,0002	455.557,44	94,91	33.342	3.164.409,22
2	Compressor	Jam	0,0002	221.239,08	46,09	33.342	1.536.732,78
Total							4.701.222,00

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

Tabel 4.16 Alat Berat Yang Digunakan Dan Biaya Sewa

No	Alat Berat	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan/Jam (Rp)	Jumlah Harga liter (Rp)	Volume Total tack coat (liter)	Total Biaya Sewa Alat (Rp)
			a	b	c (a x b)	d	e (c x d)
1	Agp Distributor	Jam	0,0002	455.557,44	94,91	33.052	3.136.965,32
2	Compressor	Jam	0,0002	221.239,08	46,09	33.052	1.532.366,68
Total							4.669.331,10

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

4.8 Resume Biaya Total Keseluruhan

Berdasarkan perhitungan estimasi biaya dari setiap item pekerjaan, maka didapat biaya total keseluruhan dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.17 Rekapitulasi Biaya Total Keseluruhan

No	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Lapis pondasi bawah (LPA kelas A)	10.451.874.000
2	Lapis pondasi atas (AC-BASE)	9.034.000.000
3	Lapis permukaan (AC-BC)	8.403.000.000
4	Lapis permukaan (AC-WC)	5.866.000.000
5	Lapis pengikat (Prime Coat AC-BASE)	297.245.000
6	Lapis perekat (Tack Coat AC-BC)	528.013.000
7	Lapis perekat (Tack Coat AC-WC)	523.405.000
8	Upah tenaga kerja (LPA kelas A)	13.446.156.80
9	Upah tenaga kerja (AC-BASE)	18.551.119.20
10	Upah tenaga kerja (AC-BC)	15.765.056.77
11	Upah tenaga kerja (AC-WC)	10.424.442.80
12	Upah tenaga kerja (Prime Coat AC-BASE)	578.170
13	Upah tenaga kerja (Tack Coat AC-BC)	1.076.946.60
14	Upah tenaga kerja (Tack Coat AC-WC)	1.062.547.30
15	Sewa alat untuk pekerjaan LPA kelas A	4.439.742.794
16	Sewa alat untuk pekerjaan AC-BASE	2.465.148.770
17	Sewa alat untuk pekerjaan AC-BC	2.154.378.700
18	Sewa alat untuk pekerjaan AC-WC	1.418.761.840
19	Sewa alat untuk pekerjaan Prime Coat	2.423.900
20	Sewa alat untuk pekerjaan Tack Coat AC-BC	4.701.222,00
21	Sewa alat untuk pekerjaan Tack Coat AC-WC	4.669.331,10
Total		45.652.900,55
Dibulatkan		45.652.900,000
Terbilang : Empat Puluh Lima Milyar Enam Ratus Lima Puluh Dua Juta sembilan Ratus Ribu Rupiah		

(Sumber : Hasil Perhitungan . 2017)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari perhitungan tugas akhir ini yang berjudul “Perencanaan Perkerasan Jalan Raya Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) No.02/B/BM/2013 Beserta Estimasi Biaya (Studi Kasus Peningkatan Jalan Pada Ruas Kebun Sayur – Talang Kawo Kabupaten Merangin)” adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan Metode Manual Desain Perkerasan (MDPJ) No.02/B/BM/201, Maka didapat tebal perkerasan yaitu untuk lapis permukaan AC - WC = 4 cm, lapis permukaan AC - BC = 6 cm, lapis pondasi atas AC - BASE = 7 cm, lapis pondasi bawah LPA kelas A = 30 cm, dan untuk tanah dasar = CBR 6,1 %
2. Berdasarkan data existing jalan dengan panjang total jalan 9100 meter (9,1 km), lebar jalan 4,5 meter (setelah ditingkatkan), dan jumlah jalur 1 jalur 2 arah Setelah dilakukan perhitungan, maka di peroleh estimasi biaya keseluruhan adalah Rp 45.652.900.000 (*Empat Puluh Lima Milyar Enam Ratus Lima Puluh Dua Juta sembilan Ratus Ribu Rupiah*). dengan rincian untuk estimasi biaya matrial/bahan untuk perkerasan sebesar Rp 35,103.537.000, estimasi biaya untuk upah tenaga kerja sebesar Rp 59, 555.419, estimasi biaya untuk sewa alat berat Rp 10,489.808.557
3. Dan untuk estimasi biaya per 100 meter sebesar : Rp 490.618.132

1.2 Saran

Adapun saran pada tugas akhir ini, adalah :

1. Untuk penelitian berikutnya dalam pengambilan data lalu lintas harian rata - rata (LHR) sebaiknya dilakukan pada hari kerja agar lebih maksimal.
2. Didalam menghitung estimasi biaya untuk harga satuan (bahan, alat dan tenaga kerja) sebaiknya memakai harga satuan terbaru yang terkait dengan daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Bina Marga,1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Bina Marga,1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR)*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum,2017. *Daftar Kuantitas Dan Harga Spesifikasi 2010 Revisi* , Merangin, Jambi.
- Ir.Soehartono,2014.*Teknologi Aspal Dan Penggunaannya Dalam Kontruksi Perkerasan Jalan*.Yogyakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013*. Jakarta.
- Laporan Kerja Praktek,2017. *Pelaksanaan Kontruksi Pembangunan Peningkatan Jalan Kabupaten Dusun Danau – Muara Kuamang*,Muara Bungo,Jambi.

Novita pradani dan muhammad sadli. 2016. *Analisa Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pd T-01-2002-B, Manual Desain Perkerasan (MDP) Dan Metode Nottingham Pada Ruas Jalan I GUSTI NGURAH RAI PALU*. Jurnal teknik sipil vol 4 no 2. Universitas Tadulako Palu.

Ricky, 2016. *Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2013*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 , Manado, Sulawesi Utara.

Sukirman, Silvia, 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, NOVA, Bandung

Ricky, Theo K. Sendow, and Freddy Jensen, 2016, *Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013*,<https://jurnal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/download/14795/14364.pdf>, diunduh tanggal 01 Maret 2017.