

# TINJAUAN REVIEW DESAIN TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA RUAS JALAN BATAS KOTA LANGSA-PROVINSI SUMATERA UTARA

Andrian Pratama<sup>1</sup>, Hanafiah HZ<sup>2</sup>, Syarifah Keumala Intan<sup>3</sup>

- <sup>1</sup>) Mahasiswa, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: [andrianpratama102@gmail.com](mailto:andrianpratama102@gmail.com)
- <sup>2</sup>) Dosen, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: [hantz1158@gmail.com](mailto:hantz1158@gmail.com)
- <sup>3</sup>) Dosen, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: [intan003@yahoo.com](mailto:intan003@yahoo.com)

## ABSTRAK

Jalan Batas Kota Langsa-Provinsi Sumatera Utara (2 Jalur Kota Tamiang) Sta 463+<sup>200</sup> s/d Sta 464+<sup>970</sup>, termasuk jenis jalan alteri kelas I.A, dengan panjang jalan 1.770 meter, jumlah jalur 2, 4 lajur dan 2 arah, lebar per-jalur 8 meter. Tinjauan dari penulisan ini adalah untuk mereview kembali tebal perkerasan lentur berdasarkan Analisa Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, menghitung rencana anggaran biaya berdasarkan Analisa EI (2012), dan membandingkan terhadap hitungan konsultan yang menggunakan metode AASHTO 1993 untuk perkerasan dan untuk rencana anggaran biaya menggunakan Analisa EI (2014). Dari hasil perhitungan diperoleh tebal lapisan timbunan pilihan 60 cm, tebal lapisan pondasi atas 30 cm, lapisan permukaan AC-Base 18 cm, lapisan permukaan AC-BC 6 cm dan lapisan permukaan AC-WC 4 cm. Rencana anggaran biaya yang didapatkan untuk timbunan pilihan sebesar Rp. 1.526.883.623,07,-. pekerjaan pondasi atas sebesar Rp. 2.223.297.448,61,-. Pekerjaan *prime coat* sebesar Rp 208.629.244,69,-. Pekerjaan *tack coat* sebesar Rp 124.303.2224,38,-. Pekerjaan laston aus AC-WC sebesar Rp 3.934.708.704,00,-. Pekerjaan laston antara AC-BC sebesar Rp 5.734.950.472,08,- dan pekerjaan laston lapis pondasi AC-Base sebesar Rp. 8.951.200.964,15,-. Berdasarkan hasil perbandingan terhadap konsultan, diperoleh selisih biaya adalah sebesar Rp 6.909.320.000,00,-. Perbedaan harga ini terjadi karena tebal tiap lapisan yang berbeda, Perhitungan dalam penelitian ini tidak memasukkan rencana anggaran biaya untuk drainase, median jalan, lampu jalan dan trotoar. Dalam perhitungan tebal lapisan perkerasan metode Bina Marga 2013 tidak mencantumkan untuk perhitungan lapisan pondasi bawah sehingga digunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

**Kata kunci:** review desain, tebal perkerasan, anggaran biaya

## I. PENDAHULUAN

Jalan adalah merupakan sarana terpenting dalam transportasi darat. Kondisi jalan yang baik akan memperlancar sistem transportasi yang baik untuk memeriksa rasa aman dan kenyamanan bagi pengguna jalan itu sendiri. Jalan juga merupakan penghubung dari daerah yang satu ke daerah yang lain dengan waktu yang seefisien mungkin. Kemajuan pembangunan daerah yang terus meningkat harus didukung dengan sarana dan fasilitas yang memadai di segala bidang. Oleh karena itu, Pemerintah Aceh pada saat ini dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memperlancar kegiatan perekonomian untuk menjadikan masyarakat adil dan makmur berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar 1945. Pemerintah Republik Indonesia harus melakukan pembangunan di segala bidang, salah satunya adalah dengan meningkatkan sarana dan prasarana transportasi.

Dalam penelitian ini dihitung tebal lapis perkerasan dan rencana anggaran biaya pada Jalan Lintas Nasional Medan-Banda Aceh, tepatnya pada Jalan Ir. H. Juanda Kecamatan Karang Baru, Aceh Tamiang, pada Sta 463+<sup>200</sup> s/d Sta 464+<sup>970</sup> dengan jumlah jalur 2, 4 lajur

dan 2 arah. Lebar per-jalur 8 m, lebar perkerasan 16 m, menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013.

Faktor-faktor yang berkaitan dalam menentukan anggaran biaya antara lain biaya upah pekerja, sewa peralatan, harga material, dalam hal ini perkiraan biaya dapat ditinjau dengan menggunakan Analisa EI (2012). Biaya yang digunakan sangat tergantung dari jenis pekerjaan yang dilaksanakan, baik itu dari segi panjang, lebarnya suatu jalan atau dari segi kualitas pekerjaan yang akan dikerjakan oleh pihak rekanan (kontraktor). Jalan ini berfungsi sebagai jalan penghubung antar Provinsi dengan kondisi saat ini banyak terdapat lubang yang sering mengakibatkan kecelakaan dan ruas jalan yang tidak sanggup menampung kendaraan membuat pengguna jalan tidak nyaman. Maka dibangun kembali jalan tersebut supaya dapat mengembangkan aktifitas perekonomian, perdagangan dan industri pada daerah tersebut.

## II. METODOLOGI

### A. Distribusi Beban

Muatan yang bekerja pada konstruksi jalan akan didistribusikan berdasarkan muatan roda kendaraan kesetiap lapisan pembentuk jalan, dengan sedemikian rupa secara menyebar. Menurut Sukirman (1999), muata roda kendaraan yang bekerja pada suatu konstruksi permukaan jalan, didistribusikan ke lapisan perkerasan dibawahnya. Pendistribusian (penyebaran) beban pada setiap lapisan berbeda, apabila semakin kebawah maka akan semakin kecil beban yang diterima. Dengan demikian, lapisan permukaan merupakan lapisan terbesar yang harus mampu menerima segala jenis gaya yang bekerja di atasnya.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

### B. Tanah Dasar

Sukirman (1999), menjelaskan bahwa perkerasan diletakkan di atas tanah dasar (*sub-grade*), dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi tidak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar merupakan bagian terakhir yang menerima roda kendaraan yang didistribusikan dari lapisan permuaan dan lapisan pondasi. Menurut buku pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), *Modulus resilen* ( $M_R$ ) atau parameter tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar hasil atau nilai test *soil indeks*. Kolerasi modulus resilen dengan nilai CBR (*heukelom dan klom*) berikut ini dapat digunkan untuk tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) dengan nilai CBR terendah 10 atau lebih kecil.

$$M_R \text{ (psi)} = 1500 \times \text{CBR} \dots\dots\dots (2)$$

### C. Timbunan Pilihan

Manual desain perkerasan jalan, Nomor 02/M/BM/2013 menjelaskan bahwa lapisan material berbutir atau lapis timbunan pilihan yang digunakan sebagai lantai kerja dari lapis pondasi bawah, dan juga meminimalkan efek dari tanah dasar yang lemah ke stuktur perkerasan. Termasuk dalam perbaikan tanah dasar adalah penggunaan material timbunan pilihan, stabilisasi kapur atau stabilisasi semen. Pekerjaan pelebaran pada area galian sering terjadi pada daerah yang sempit atau tanah dasar yang dibentuk tak teratur, yang sulit untuk distabilisasi. Dalam kasus ini maka timbunan pilihan lebih diutamakan. Jika stabilisasi kapur atau semen digunakan daya dukung dari material stabilisasi yang digunakan untuk desan harus diambil konservatif dan tidak lebih dari nilai terendah dari:

1. Nilai yang ditentukan dari uji laboratorium rendaman 4 hari;
2. Tidak lebih dari empat kali lipat daya dukung material asli yang digunakan untuk stabilisasi; dan
3. Tidak lebih besar dari nilai yang diperoleh dari formula :

$$\text{CBR}_{\text{lapis atas tanah dasar distabilisasi}} = \text{CBR}_{\text{tanah asli}} \times 2^{(\text{tebal tanah dasar stabilisasi}/150)} \dots \dots \dots (3)$$

#### D. Lapisan Pondasi Atas

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, lapisan pondasi atas (*base course*) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapisan permukaan dan lapisan timbunan pilihan, yang berfungsi sebagai bagian dari perkerasan yang mendukung lapisan permukaan untuk menyebarkan tegangan yang terjadi akibat beban-beban roda kendaraan ke lapisan pondasi bawah, kemudian ke lapisan dasar. Fungsi lapisan pondasi atas adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda;
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan; dan
3. Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapisan pondasi bawah.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

#### E. Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang terletak paling atas diatas *base course*, lapisan ini menggunakan bahan pengikat aspal dan harus kuat sehingga mampu memikul beban lalu lintas. Fungsi lapisan permukaan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda;
2. Sebagai lapis rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca; dan
3. Sebagai lapis aus (*wearing course*).

Menurut Saodang (2004), bahan untuk lapisan permukaan umumnya adalah campuran bahan agregat dan aspal 100% maksimum, dan 80% minimum. Penggunaan bahan aspal diperlukan sebagai bahan pengikat agregat dan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberi bantuan tegangan dengan baik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

#### F. CBR Karakteristik

Prosedur dalam penentuan daya dukung untuk tanah normal adalah sebagai berikut:

1. Tentukan CBR rendaman 4 hari dari permukaan tanah asli pada elevasi tanah dasar untuk semua area diatas permukaan tanah, untuk daerah galian yang mewakili jika memungkinkan, dan untuk material timbunan biasa, timbunan pilihan dan material dari sumber bahan (*borrow material*) atau tentukan dengan bagan desain 2. Identifikasi awal seksi seragam (*homogen*) secara visual dapat mengurangi jumlah sampel yang dibutuhkan. Daerah terburuk secara visual harus dimasukkan dalam serangkaian pengujian. Perlu dicatat apakah daerah terburuk tersebut diisolasi dan dapat dibuang maka harus dicatat.
2. Identifikasi segmen tanah dasar yang mempunyai daya dukung seragam berdasarkan data CBR, titik perubahan timbunan/galian, titik perubahan topografi lainnya dan penilaian visual. Variasi segmen seringkali terjadi pada lokasi perubahan topografi;
3. Tentukan daya dukung tanah dasar rencana pada setiap segmen yang seragam (*homogen*). Untuk daerah timbunan, daya dukung rencana adalah daya dukung untuk timbunan biasa atau timbunan pilihan. Pada daerah galian dapat digunakan nilai

konservatif untuk material permukaan eksisting sebesar 3% pada tahap desain kecuali sampel yang mewakili dapat diambil dari elevasi akhir tanah dasar pada galian. Untuk perkerasan diatas permukaan tanah (*at grade*) dan pelebaran pada timbunan eksisting, nilai CBR harus ditentukan dari sampel yang diambil dari tanah asli yang diambil dari elvasi tanah dasar atau material pilihan atau distabilisasi yang mungkin disebutkan.

- Mengidentifikasi kondisi-kondisi yang memerlukan perhatian seperti : lokasi dengan muka air tanah tinggi; lokasi banjir (tinggi banjir 10 tahunan harus ditentukan); daerah yang sulit mengalirkan air/drainase yang membutuhkan faktor koreksi; daerah yang terdapat aliran bawah permukaan/rembesan (*seepage*); daerah dengan tanah bermasalah seperti alluvial lunak/tanah ekspansif/tanah gambut.

$$CBR_{\text{karakteristik}} = CBR_{\text{rata-rata}} - 1,3 \times \text{standar deviasi} \dots\dots\dots (4)$$

Data CBR dari segmen tersebut harus mempunyai koefisien variasi 25%-30% (*standar deviasi*/nilai rata-rata). Bila set data kurang dari 16 bacaan maka nilai wakil terkecil dapat digunakan sebagai nilai CBR dari segmen jalan. Nilai yang rendah yang tidak umum dapat menunjukkan daerah tersebut membutuhkan penanganan khusus, sehingga dapat dikeluarka, dan penanganan harus disiapkan. Nilai CBR karakteristik untuk desain adalah nilai minimum sebagaimana ditentukan diatas untuk data valid dari data CBR laboratorium rendaman 4 hari, data DCP yang sesuai dengan musim atau nilai CBR yang ditentukan dari batas *atterberg*.

Tabel 1. Perkiraan nilai CBR tanah dasar

Jenis Tanah	Posisi muka air	LHRT <2000			LHRT ≥2000		
		Semua galian kecuali terindikasi lain seperti kasus 3 dan timbunan tanpa drainase sempurna dan FSL < 1000 mm diatas muka tanah asli			Semua galian kecuali terindikasi lain seperti kasus 3 dan timbunan tanpa drainase sempurna dan FSL < 1000 mm diatas muka tanah asli		
Lempung subur	Posisi	Galian di zona iklim 1 dan semua timbunan dengan drainase sempurna (m ≥ 1) dan FSL > 1000mm di atas muka tanah asli			Galian di zona iklim 1 dan semua timbunan dengan drainase sempurna (m ≥ 1) dan FSL > 1000mm di atas muka tanah asli		
Lempung kelanauan		1	2	3	4	5	6
Lempung kepasiran	20	4	4,3	5	4,5	4,8	5,5
	10	4	4,3	5	4,5	5	6
Lanau		1	1,3	2	1	1,3	2

Sumber: Bina Marga (2013)

Tabel 2. Solusi desain pondasi jalan minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	Balok lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta CESA <sub>0</sub> )		
				< 2	2 - 4	> 4
≥ 6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤200 mm tebal lepas)	Tidak perlu peningkatan		
5	SG5					100
4	SG4			100	150	200
3	SG3			150	200	300
2.5	SG2.5			175	250	350
Tanah ekspansif ( <i>potential swell</i> > 5%)		AE		400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak <sup>2</sup>	SG1 alluvial <sup>1</sup>	B	Lapis penopang ( <i>capping layer</i> ) <sup>(2)(4)</sup>	1000	1100	1200
			Atau lapis penopang dan geogrid <sup>(2)(4)</sup>	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain digunakan)		D	Lapis penopang berbutir <sup>(2)(4)</sup>	1000	1250	1500

Sumber: Bina Marga (2013)

Berdasarkan Tabel 1 tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai CBR lapangan dan CBR rendaman tidak relevan, di atas lapis penopang harus diasumsikan memiliki CBR ekivalen 2,5%, ketentuan tambahan mungkin berlaku, desain harus mempertimbangkan semua isu kritis, tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asli dipadatkan (tanah lunak kering pada saat konstruksi) dan ditandai oleh kepadatan yang rendah dan CBR lapangan yang rendah di bawah daerah yang dipadatkan.

Tabel 3. Desain perkerasan lentur opsi biaya optimum termasuk CBT

	STRUKTUR PERKERASAN							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	Lihat desain 5 & 6				Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif lebih murah			
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain/pangkat 5 ( $10^6$ CESA <sub>5</sub> )	< 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0	4.0 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 500
Jenis permukaan berpegikat	HRS, SS, atau Penmac	HRS (6)		AC, atau AC <sub>1</sub>	AC <sub>1</sub>			
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	185	220	280
CTB atau LPA Kelas A				150	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%	150	250	250	150	150	150	150	150

Sumber: Bina Marga (2013)

#### G. Kriteria Perencana

Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 juga mengatur dan memberi pertimbangan kepada pihak desainer dalam hal kemampuan mendesain suatu struktur perkerasan. Ketentuan pertimbangan dalam kemampuan serta pemilihan jenis perkerasan dapat dilihat pada tabel berikut:

1. Ketentuan pertimbangan desain perkerasan

Tabel 4. Ketentuan pertimbangan desain perkerasan

Struktur Perkerasan	desain	ESA20 tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 - 0.5	0.1 - 4	4 - 10	10 - 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

 Solusi yang lebih diutamakan (lebih murah)  
 Alternatif - lihat catatan

Sumber: Bina Marga (2013)

2. Umur Rencana (UR)

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 di dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013:

Tabel 5. Umur rencana

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir dan CTB	20
	Pondasi jalan	40
	semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan Kaku	Cement Treated Based lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10

Sumber: Bina Marga (2013)

### 3. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar jalur pada suatu jalan dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (muatan sumbu terberat) yang berpengaruh pada perencanaan konstruksi struktur perkerasan. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam atau menit)

### 4. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Kebijakan dalam penentuan faktor pertumbuhan lalu lintas harus didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formula korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid. Bila data historis 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 6. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Nama Jalan	Tahun	Tahun
	2011-2020	2021-2030
arteri dan perkotaan (%)	5	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

Sumber: Bina Marga (2013)

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013 menyajikan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \dots\dots\dots (5)$$

### 5. Faktor Lajur

Perilaku berlalu lintas secara komprehensif telah dimasukkan ke dalam perencanaan struktur perkerasan sebagai faktor distribusi lajur. Terdapat perubahan dalam

menentukan faktor distribusi lajur pada perencanaan desain 2013 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Faktor lajur

<b>JUMLAH LAJUR per ARAH</b>	<b>FAKTOR DISTRIBUSI LALULINTAS (%)</b>
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Bina Marga (2013)

6. Perkiraan Faktor Ekvivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Tabel 8. Faktor ekvivalen beban

<b>Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan</b>	<b>Sumber Data Beban Lalu Lintas</b>
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2 <sup>1</sup>
Jalan Raya	1 atau 2 atau 4
Jalan Sedang	1 atau 2 atau 3 atau 4
Jalan Kecil	1 atau 2 atau 3 atau 4

Sumber: Bima Marga (2013)

Bagian-bagian rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, tenaga kerja, peralatan dan biaya-biaya yang saling berkaitan dengan pelaksanaan suatu proyek. Menurut (Soedrajat, 1994), Lima hal pokok dalam menghitung biaya :

1. Bahan : Menghitung banyaknya bahan yang akan dipakai dan harganya
2. Tenaga Kerja : Menghitung jam kerja yang diperlukan dan jumlah biayanya
3. Peralatan : Menghitung jenis dan peralatan yang dipakai dan biayanya
4. *Overhead* : Menghitung biaya-biaya tak terduga yang perlu diadakan
5. Profit : Menghitung persentase keuntungan dari waktu, tempat, dan jenis pekerjaan.

A. *Volume/Kubikasi Pekerjaan*

Menurut Bachtiar Ibrahim (2001), volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan

B. *Harga Satuan Pekerjaan*

Bina Marga 2012 menguraikan harga satuan pekerjaan (HSP) setiap mata pembayaran merupakan iuran (*Output*) dalam pedoman ini yang diperoleh melalui suatu proses perhitungan dan masukan-masukan.

C. *Tenaga Kerja*

Untuk menghitung jumlah biaya tenaga kerja yang akan dikeluarkan, maka dapat dihitung dengan cara:

$$B_{tk} = U \times N \times W \dots\dots\dots (6)$$

#### D. Material

Menurut (soedrajat, 1994), penaksiran biaya material harus dengan ukuran berat dan ukuran-ukuran lain yang diperlukan. Perhitungan biaya material dapat dihitung dengan persamaan:

$$B_m = H_m \times V_m \dots\dots\dots (7)$$

#### E. Peralatan

Untuk menghitung jumlah biaya peralatan yang akan dikeluarkan, maka dapat dihitung dengan cara:

$$B_p = S_p \times J_p \times W_p \dots\dots\dots (8)$$

Peralatan yang terdapat pada analisa adalah:

##### 1. Wheel Loader

*Wheel loader* adalah alat yang mencampurkan dan memuat agregat ke dalam *dump truck*, menurut analisa EI (2012), untuk menghiung kapasitas produksi *wheel loader* digunakan rumus:

$$Q_1 = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts 1} \dots\dots\dots (9)$$

##### 2. Dump Truck

*Dump truck* digunakan untuk mengangkut material dari *base camp* ke lokasi pekerjaan proyek. Menurut analisa EI (2012), untuk menghitung produktivitas *dump truck* digunakan rumus:

$$Q_2 = \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts2} \times M \dots\dots\dots (10)$$

##### 3. Motor Grader

*Motor grader* adalah alat yang digunakan pada pekerjaan perataan atau pembentukan permukaan tanah. Menurut Analisa EI (2012), untuk menghitung produktifitas *motor greader* dapat digunakan rumus:

$$Q_3 = \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times fa \times 60}{Ts3 \times n} \dots\dots\dots (11)$$

##### 4. Vibrator Roller

*Vibrator roller* adalah alat yang digunakan untuk pemadatan. Menurut analisa EI (2012), untuk menghitung produktifitas *vibrator roller*, digunakan rumus:

$$Q_4 = \frac{(V \times 1000) \times (N(b-bo)+bo) \times t \times fa}{n} \dots\dots\dots (12)$$

##### 5. Water Tank Truck

*Water tank truck* adalah alat pengangkut air untuk proses pemadatan, air tersebut ada yang dimasukkan kedalam roda *tandem roller* pada saat pemadatan dan ada juga yang langsung disiram di badan jalan yang akan dipadatkan. Menurut analisa EI (2012), menghitung produktifitas *water tank truck* digunakan rumus:

$$Q_5 = \frac{Pa \times Fa \times 60}{1000 \times wc} \dots\dots\dots (13)$$

6. Compressor

*Compressor* adalah alat yang digunakan untuk membersihkan permukaan jalan dari kototran dan debu. Menurut Analisa EI (2012), untuk menghitung produktivitas *compressor* digunakan rumus:

$$Q_6 = V \times A_p \dots\dots\dots (14)$$

7. Asphalt Sprayer

*Asphalt sprayer* adalah alat yang digunakan untuk mengolah material lapis pengikat. Menurut analisa EI (2012), untuk menghitung produktifitas *asphalt sprayer* digunakan rumus:

$$Q_7 = \frac{V \times Fa}{T_s} \dots\dots\dots (15)$$

8. Asphalt Finisher

*Asphalt finisher* adalah alat yang digunakan untuk menghamparkan aspal pada permukaan badan jalan. Menurut analisa EI (2012), untuk menghitung produktifitas *asphalt finisher* digunakan rumus:

$$Q_8 = \frac{V \times Fa}{D_1 \times t} \dots\dots\dots (16)$$

9. Tandem Roller

*Tandem roller* berfungsi sebagai alat pemadatan awal pada saat pengaspalan. Menurut Analisa EI (2012), untuk menghitung produktifitas *tandem roller* digunakan rumus:

$$Q_9 = \frac{(V \times 1000) \times b \times t \times fa}{n \times t} \dots\dots\dots (17)$$

10. Pneumatic Tire Roller

*Pneumatic tire roller* berfungsi sama seperti *tandem roller* yaitu untuk pemadatan, perbedaannya hanya waktu penggunaannya saja. *Peumatic tire roller* digunakan pada pemadatan terakhir setelah dipadatkan dahulu dengan *tandem roller*. Menurut Analisa EI (2012), untuk menghitung produktifitas *peumatic tire roller* sama dengan *tandem roller* yaitu dengan rumus (17).

11. Asphalt Mixing Plant

Menurut Pedoman Analisa Indeks Kementerian Pekerjaan Umum (2012), untuk menghitung produktifitas *Asphalt Mixing Plant* (AMP) digunakan rumus:

$$Q_{10} = \frac{V \times Fa}{D_1 \times T} \dots\dots\dots (18)$$

F. Biaya Sewa Peralatan

Biaya peralatan adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan persatuan waktu. Jumlah biaya yang diperoleh adalah taksiran bukan biaya sebenarnya. Cocok tidaknya suatu keahlian dan keputusan yang diambil oleh

sipenaksir/estimator berdasarkan pengalamannya. Perhitungan biaya peralatan pada pekerjaan jalan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$B_P = S_p \times N \times W \dots\dots\dots (19)$$

**G. Biaya Tenaga Kerja**

Setiap produktifitas suatu pekerjaan memerlukan keahlian yang berbeda. Tenaga kerja yang digunakan adalah tenaga kerja ahli dan tenaga kerja biasa. Perhitungan tenaga kerja yang diperoleh untuk penyelesaian pekerjaan-pekerjaan jalan ini dapat dihitung dengan persamaan:

$$B_{TK} = U_{TK} \times N \times W \dots\dots\dots (20)$$

**H. Biaya Material**

Menurut Soedrajat (1994), penaksiran biaya material harus dengan ukuran berat dan ukuran-ukuran lain yang diperlukan. Perhitungan biaya material dapat dihitung dengan persamaan:

$$B_m = H_m \times V_m \dots\dots\dots (21)$$

Urutan serta tahapan perencanaan tebal perkerasan dan rencana anggaran biaya pada proyek Pelebaran Jalan Batas Kota Langsa-Batas Provinsi Sumatera Utara seperti pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir perencanaan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan nilai CBR secara karakteristik, nilai CBR tanah dasar (*subgrade*) dari hasil perhitungan secara karakteristik adalah 2,18%. Karena nilai CBR tanah dasar yang begitu kecil, maka direkomendasikan menggunakan lapisan timbunan pilihan. Lapisan ini merupakan lapisan pertama yang dibuat diatas tanah dasar, fungsinya untuk memperbaiki lapisan tanah dasar (*subgrade*), maka tebal lapisan yang didapatkan penulis dengan menggunakan perhitungan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 adalah 60 cm. Sedangkan hasil dari perhitungan konsultan perencana didapatkan ketebalan untuk timbunan pilihan adalah 35 m. Dan berdasarkan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Setelah perhitungan timbunan pilihan selanjutnya dilakukan perhitungan lapisan pondasi atas (*base course*). Lapisan pondasi atas direncanakan dengan menggunakan agregat kelas A yang berfungsi sebagai lapisan yang mendukung beban lalu lintas yang diteruskan oleh lapisan permukaan sehingga pengaruh muatan sangat besar. Untuk menentukan tebal lapisan pondasi atas, pengulangan beban sumbu desain 20 tahun rencana CESA<sub>5</sub> adalah 42.324.826,95 ESAL. Maka dari hasil perhitungan CESA<sub>5</sub> yang didapatkan penulis dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, didapatkan ketebalan untuk lapisan pondasi atas adalah 30 cm. Sedangkan dari hasil perhitungan konsultan perencana didapatkan ketebalan untuk lapisan pondasi atas adalah 15 cm. Lapisan permukaan menggunakan lapisan AC-Base (*Asphalt Concrete Base*) yang terletak diatas *base course*, lapisan ini harus cukup kuat sehingga mampu menahan beban lalu lintas. Lapisan permukaan yang penulis rencanakan dengan pengulangan beban sumbu desain 20 tahun rencana CESA<sub>5</sub> adalah 42.324.826,95 Esal. Maka dari hasil perhitungan CESA<sub>5</sub> yang didapatkan penulis dengan menggunakan perhitungan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, didapatkan ketebalan untuk lapisan permukaan AC-Base adalah 18 cm. Sedangkan hasil dari perhitungan konsultan perencana didapatkan ketebalan untuk lapisan permukaan AC-Base adalah 7,5 cm. Lapisan permukaan menggunakan lapisan AC-BC (*Asphalt Concrete Binder Course*) yang terletak diatas AC-Base (*Asphalt Concrete Base*). Lapisan permukaan yang penulis rencanakan dengan pengulangan beban sumbu desain 20 tahun rencana CESA<sub>5</sub> adalah 42.324.826,95 Esal. Maka dari hasil perhitungan CESA<sub>5</sub> yang didapatkan penulis dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, didapatkan ketebalan untuk lapisan permukaan AC-BC adalah 6 cm. Sedangkan hasil perhitungan konsultan perencana didapatkan ketebalan untuk lapisan permukaan AC-BC adalah 6 cm. Lapisan permukaan menggunakan lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) yang terletak diatas AC-BC (*Asphalt Concrete Binder Course*). Lapisan permukaan yang penulis rencanakan dengan pengulangan beban sumbu desain 20 tahun rencana CESA<sub>5</sub> adalah 42.324.826,95 Esal. Maka dari hasil perhitungan CESA<sub>5</sub> yang didapatkan penulis dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, didapatkan ketebalan untuk lapisan permukaan AC-EC adalah 4 cm. Sedangkan hasil perhitungan konsultan perencana didapatkan ketebalan untuk lapisan permukaan AC-WC adalah 4 cm. Perhitungan biaya pekerjaan timbunan/urugan pilihan yang penulis dapat adalah sebesar Rp 1.526.883.623,07,-. Dengan volume pekerjaan 11.225,18 m<sup>3</sup>. Perhitungan biaya pekerjaan lapisan pondasi atas yang penulis dapat adalah Rp 2.297.448,61,-. Dengan volume pekerjaan 5.612,59 m<sup>3</sup>. Perhitungan biaya pekerjaan lapisresap pengikat yang penulis dapat adalah sebesar Rp 208.629.244,69,-. Dengan volume pekerjaan 12.254,29 liter. Perhitungan biaya pekerjaan lapis resap perekat yang penulis dapat adalah sebesar Rp 124.303.224,38,-. Dengan volume pekerjaan 6.848,66 liter. Perhitungan biaya pekerjaan laston lapis pondasi AC-Base yang penulis dapat adalah sebesar Rp 8.951.200.964,15,-. Dengan volume pekerjaan 7.254,83 ton. Perhitungan biaya pekerjaan laston lapis antara AC-BC yang penulis dapat adalah Rp sebesar Rp 5.734.950.472,08,-.

Dengan volume pekerjaan 1.688,04 m<sup>3</sup>. Perhitungan biaya pekerjaan laston lapis aus yang penulis dapat adalah sebesar Rp 3.934.708.704,00,-. Dengan volume pekerjaan 28.134,00 m<sup>3</sup>.

Sifat dan daya dukung tanah dasar sangat berpengaruh dalam merencanakan tebal perkerasan, semakin besar nilai CBR tanah dasar maka semakin kuat untuk menerima beban di atasnya. Dalam hal ini berdasarkan nilai CBR redaman yang di uji di lab dengan 16 titik pengujian CBR maka perhitungan CBR secara karakteristik, maka penulis memperoleh nilai CBR karakteristik sebesar 2,18%. Karena syarat minimal CBR tanah dasar > 6% maka direkomendasikan untuk memperbaiki tanah dasar sehingga diperoleh CBR > 6%. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Manual Desain Tebal Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 maka diperoleh untuk tebal permukaan (*surface*) adalah 28 cm (Laston lapis aus AC-WC = 4 cm, Laston lapis antara AC-BC = 6 cm dan Laston lapis pondasi AC-Base = 18 cm), tebal lapisan pondasi atas (*base course*) 30 cm, dan tebal urugan pilih 60 cm. Menurut pedoman Manual Desain Tebal Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 ini digunakan untuk menghasilkan desain awal (berdasarkan bagan desain) dikarenakan volume kendaraan yang terlalu besar yang kemudian hasil tersebut diperiksa terhadap pedoman desain perkerasan Pd T-01-2002 B, dengan metode Pd-T-01-2002 B diperoleh hasil untuk tebal permukaan (*surface*) adalah 19 cm (Laston lapis aus AC-WC = 4 cm, Laston Lpis Antara AC-BC = 6 cm dan Laston Lapis Pondasi AC-Base = 9 cm), tebal lapisan pondasi atas (*base course*) 20 cm, dan tebal urugan pilihan 36 cm. Berdasarkan hasil dari tebal perkerasan yang didapatkan konsultan dengan menggunakan metode AASHTO 93 adalah sebagai berikut : untuk tebal permukaan (*surface*) adalah 17,5 cm (Laston lapis aus AC-WC = 4 cm, Laston Lpis Antara AC-BC = 6 cm dan Laston Lapis Pondasi AC-Base = 7,5 cm), tebal lapisan pondasi atas (*base course*) 15 cm, tebal lapisan pondasi bawah (*subbase course*) 20 cm, serta tebal urugan pilihan 35 cm. Berdasarkan hasil perhitungan penulis untuk rencana anggaran biaya dari tiap-tiap lapis perkerasan yang diperlukan dalam proyek Pelebaran Jalan Batas Kota Langsa-Batas Provinsi Sumatera Utara (2 jalur Kota Tamiang) Sta 463+<sup>200</sup> s/d Sta 464+<sup>970</sup>. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode Analisa EI (2012) maka hasil dari penulis dapatkan yaitu sebesar Rp 24.974.370.000,00,-. (termasuk nilai PPN 10% overhead dan profit 15%).

1. Pekerjaan tanah yaitu pekerjaan timbunan/urugan pilihan sebesar Rp 1.526.883.623,07,-.
2. Pekerjaan perkerasan berbutir yaitu pekerjaan lapis Agregat kelas A sebesar Rp 2.223.297.448,61,-.
3. Pekerjaan Aspal yaitu pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair sebesar Rp 208.629.244,69,-. Pekerjaan lapis resap perekat aspal cair sebesar Rp 124.303.224,38,-. Pekerjaan laston lapis aus (AC-WC) sebesar Rp 3.934.708.704,00,-. Pekerjaan laston lapis antara (AC-BC) sebesar Rp 5.734.950.472,08,-. Dan pekerjaan laston lapis pondasi (AC-Base) sebesar Rp 8.951.200.964,15,-.

Berdasarkan hasil perhitungan konsultan untuk rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam proyek Pelebaran Jalan Batas Kota Langsa-Batas Provinsi Sumatera Utara (2 jalur Kota Tamiang) Sta 463+<sup>200</sup> s/d Sta 464+<sup>970</sup> adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan tanah yaitu pekerjaan timbunan/urugan pilihan sebesar Rp 1.515.456.583,20,-.
2. Pekerjaan perkerasan berbutir yaitu pekerjaan lapis Agregat kelas B sebesar Rp 1.571.488.120,00,-. Dan pekerjaan lapisan pondasi agregat kelas A sebesar Rp 1.522.055.981,00,-.
3. Pekerjaan Aspal yaitu pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair sebesar Rp 269.185.140,00,-. Pekerjaan lapis resap perekat aspal cair sebesar Rp 92.156.820,00,-. Pekerjaan laston lapis aus (AC-WC) sebesar Rp 2.796.198.592,32.

Pekerjaan laston lapis antara (AC-BC) sebesar Rp 4.039.073.589,60,-. Pekerjaan laston lapis pondasi (AC-Base) sebesar Rp 4.617.163.731,60,-.

Jadi, total keseluruhan biaya serta pajak penambahan nilai (PPN) 10% adalah sebesar Rp 18.065.050.000,00,-. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran data rekapitulasi konsultan perencanaan.

Berdasarkan hasil penulis dan konsultan diperoleh selisih biaya adalah sebesar Rp 6.909.320,000,00,-. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan harga antara penulis dan konsultan dikarenakan tebal tiap-tiap lapisan yang berbeda, dalam hal ini penulis hanya menghitung tebal lapisan perkerasan tidak menghitung rencana anggaran biaya untuk drainase, median jalan, lampu jalan dan trotoar. Dalam perhitungan tebal lapisan perkerasan metode Bina Marga 2013 tidak mencantumkan untuk perhitungan lapisan pondasi bawah. Penulis dalam merencanakan tebal perkerasan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Tebal tiap-tiap lapisan perkerasan yang penulis dapat ialah : Urugan pilihan = 60 cm, Lapis pondasi agregat kelas A = 30 cm, Laston lapis pondasi AC-Base = 18 cm, Laston Lapis Antara AC-BC = 6 cm dan Laston lapis Aus AC-WC = 4 cm. Sedangkan hasil perhitungan konsultan dengan menggunakan metode AASHTO 93 didapat untuk tiap-tiap lapisan perkerasan ialah : Urugan pilihan = 35 cm, Lapis pondasi Agregat Kelas B = 20 cm, Lapis pondasi agregat kelas A = 15 cm, Laston lapis pondasi AC-Base = 7,5 cm, Laston Lapis Antara AC-BC = 6 cm dan Laston lapis Aus AC-WC = 4 cm. Menurut ketentuan dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, tidak adanya perhitungan untuk lapisan pondasi bawah (*subbase course*).

#### IV KESIMPULAN

Tinjauan *review* Desain Tebal Perkerasan Lentur dan Anggaran Biaya pada ruas jalan Batas Kota Langsa-Batas Provinsi Sumatera Utara (2 jalur Kota Tamiang) Sta 463+<sup>200</sup> s/d Sta 464+<sup>970</sup> dapat disimpulkan bahwa jalan yang ditinjau mempunyai panjang 1770 eter, dan lebar ruas jalan 16 meter. Hasil yang diperoleh untuk nilai CBR karakteristik adalah 2,18%, untuk tebal lapisan perkerasan timbunan pilihan diperoleh ketebalan 60 cm, tebal lapisan perkerasan pondasi atas (*Base Course I*) diperoleh ketebalan 30 cm, lapisan permukaan (*surface I*) adalah : lapisan permukaan AC-Base (*Asphalt Concrete Base*) = 18 cm, lapisan permukaan AC-BC (*Asphalt Oncrete Binder Course*) = 6 cm, dan lapisan permukaan AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) = 4 cm. Untuk perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013.

Menurut pedoman dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 ini digunakan untuk menghasilkan desain awal (berdasarkan bagan desain) yang kemudian diperiksa terhadap pedoman desain perkerasan Pd T-01-2002 B, dengan metode Pd-T-01-2002 B diperoleh hasil untuk tebal permukaa (*surface*) adalah 19 cm (Laston lapis aus AC-WC = 4 cm, Laston Lpis Antara AC-BC = 6 cm dan Laston Lapis Pondasi AC-Base = 9 cm), tebal lapisan pondasi atas (*base course*) 15 cm, tebal lapisan pondasi bawah (*subbase course*) 20 cm, dan tebal urugan pilihan 36 cm. Rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam proyek pembangunan Jalan Batas Kota Langsa-Batas Provinsi Sumatera Utara (2 jalur Kota Tamiang) Sta 463+<sup>200</sup> s/d Sta 464+<sup>970</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode analisa EI 2012, hasil penulis dapatkan yaitu sebesar Rp 24.974.370.000,00,- (termasuk nilai PPN 10% eoverhad dan profit 15%). Dengan rincian sebagai berikut:

1. Pekerjaan tanah yaitu pekerjaan timbunan/urugan pilihan sebesar Rp 1.526.883.623,07,-.
2. Pekerjaan perkerasan berbutir yaitu pekerjaan lapis Agregat kelas A sebesar Rp 2.223.297.448,61,-.
3. Pekerjaan Aspal yaitu pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair sebesar Rp 208.629.244,69,-. Pekerjaan lapis resap perekat aspal cair sebesar Rp

124.303.224,38,-. Pekerjaan laston lapis aus (AC-WC) sebesar Rp  
3.934.708.704,00,-. Pekerjaan laston lapis antara (AC-BC) sebesar Rp  
5.734.950.472,08,-. Dan pekerjaan laston lapis pondasi (AC-Base) sebesar Rp  
8.951.200.964,15,-.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 2012. *Pengoperasian Perangkat Lunak Analisa Harga Satuan (AHS)*. Jakarta. Penerbit : Bina Marga
- Anonim, Bina Marga Manual Desain, 2013. *Perkerasan Jalan*. Jakarta. Penerbit Bina Marga.
- Anonim, Bina Marga MST-10, 2002, *Muatan Sumbu Teberat 10 ton*. Jakarta. Penerbit : Bina Marga.
- Anonim. Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Spesifikasi umum Bidang Jalan dan Jembatan*. Jakarta. Penerbit : Bina Marga.
- Anonim. *Tatacara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode AASHTO 1993. Pt-01-2002-B*. Jakarta, 2002.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (2002). Jakarta. Penerbit : Bina Marga
- Ibrahim, Bachtiar. 2001. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta. Penerbit : Bumi Aksara
- Putranto, Leksmono Suryo, 2012. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta. Penerbit : PT Mancana Jaya Cemerlang
- Saodang, Hamirhan. 2004. *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung. Penerbit : Nova
- Soedrajat, Hamirhan. 2004. *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung. Penerbit : Nova
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung. Penerbit : Nova.