

PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN JALAN PADA PROYEK X DAN ESTIMASI BIAYANYA

Arvin Briantoro¹, Indriani Santoso², dan Budiman Proboyo³

ABSTRAK : Dengan meningkatnya perkembangan sektor perekonomian dan perindustrian, maka akan semakin bertambah kebutuhan prasarana transportasi jalan yang baik dan aman. Untuk mencapai penggunaan jalan raya yang baik, dibutuhkan perancangan yang baik terhadap tebal perkerasannya. Perencanaan struktur perkerasan jalan yang akan digunakan pada Proyek X adalah perencanaan struktur perkerasan lentur, dengan menentukan tebal lapis perkerasan menggunakan metode analisa komponen menurut data – data yang diperoleh melalui instansi terkait sebagai parameternya, serta menentukan biaya struktur perkerasan jalan dengan perhitungan kuantitas pekerjaan dan analisa harga satuan pekerjaan menurut pedoman pada Panduan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tahun Anggaran 1996/1997 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Penelitian yang dilakukan tidak meninjau pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan sistem drainase, maupun petunjuk dan marka jalan. Dari hasil perhitungan menggunakan metode analisa komponen, diperoleh tebal dari lapis perkerasan untuk Proyek X (STA 0+000 – 2+350) dimana, Lapis permukaan (Lataston, HRS) 5 cm, Lapis Pondasi (Batu Pecah Kelas A, CBR 100%) 20 cm, Lapis Pondasi Bawah (Sirtu Kelas B, CBR 50%) 10 cm. Sedangkan perhitungan estimasi biaya pekerjaan struktur lapis perkerasan lentur (termasuk bahu jalan beserta ambang pengamannya) pada Proyek X memperoleh jumlah keseluruhan biaya yang dibulatkan sebesar Rp. 3.324.549.000.

KATA KUNCI: perkerasan lentur, tebal struktur lapis perkerasan, estimasi biaya perkerasan, bahu jalan

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya kepemilikan kendaraan, serta kemajuan di bidang industri, serta distribusi barang dan jasa menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas, dimana akan semakin bertambah kebutuhan prasarana transportasi jalan yang baik dan aman. Untuk merencanakan infrastruktur jalan pada suatu wilayah, maka di perlukan perencanaan terhadap tebal perkerasan jalan pada wilayah tersebut. Konstruksi perkerasan harus mampu mendukung beban lalu lintas serta ketahanannya terhadap kondisi lingkungannya. Pada penelitian ini perencanaan yang dilakukan adalah menentukan tebal perkerasan jalan serta menentukan biaya struktur perkerasan jalan pada Proyek X. Perencanaan struktur perkerasan jalan yang akan digunakan pada Proyek X adalah perencanaan struktur perkerasan lentur, yang meliputi lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*), lapis pondasi (*Base Course*), dan lapis permukaan (*Surface Course*). Metode yang akan digunakan adalah metode analisa komponen (Santoso, 2009). Perhitungan estimasi biaya pada perencanaan struktur perkerasan jalan pada Proyek X berpedoman pada Panduan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tahun Anggaran 1996/1997 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413144@petra.ac.id

² Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, indriani@petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, bproboyo@petra.ac.id

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Lentur

Menurut Panduan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dan Perkerasan Interlocking Concrete Block (Santoso, 2009) Bagian perkerasan lentur umumnya meliputi, lapis tanah dasar (*Sub Grade Course*) lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*), lapis pondasi (*Base Course*), dan lapis permukaan (*Surface Course*). parameter yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan lentur adalah, Lalu Lintas (Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (*C*), Angka ekivalen (*E*), Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekivalen), Daya Dukung Tanah Dasar (*DDT*) dan (*CBR*), Faktor Regional (*FR*), Indeks Permukaan (*IP*), Koefisien kekuatan relatif (*a*), serta Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan. Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh \overline{ITP} (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus : $\overline{ITP} = a_1D_2 + a_2D_2 + a_3D_3$

2.2. Estimasi Biaya Perkerasan

Menurut *National Estimating Society – USA* estimasi biaya adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Proses estimasi biaya terdiri dari 3 tahapan utama yaitu (Widarno, 2015) ; Perhitungan volume pekerjaan, Analisa harga satuan pekerjaan , dan Rencana anggaran biaya. Dalam menentukan biaya untuk struktur perkerasan lentur jalan dibutuhkan perhitungan volume pekerjaan agar dapat memperoleh daftar jumlah material, alat, dan pekerja yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan. Setelah dilakukan perhitungan kuantitas setiap pekerjaan, selanjutnya dilakukan analisis harga satuan terhadap bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan. Penggunaan material disesuaikan dengan desain perkerasan yang digunakan dan data yang tercantum dalam spesifikasi teknis baik mengenai jenis, kuantitas, kualitas, maupun komposisinya. Terbagi beberapa macam pekerjaan untuk menentukan biaya struktur perkerasan lentur jalan pada penelitian ini diantaranya ; Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*), Pekerjaan Lapis Pondasi (*Base Course*), Pekerjaan Lapis Permukaan (*Surface Course*), dan Pekerjaan Bahu Jalan dan Ambang Pengaman

3. METODOLOGI PERENCANAAN

3.1. Jenis dan Objek penelitian

Dalam penelitian ini, objek yang diteliti adalah tebal struktur perkerasan lentur dan estimasi biaya terhadap struktur lapis perkerasan lentur dan bahu jalan beserta ambang pengamannya pada Proyek X yang berlokasi di Provinsi NTB. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian studi kasus pada proyek konstruksi jalan yang menggunakan jenis perkerasan lentur yang berada di Provinsi NTB. Berdasarkan data perencanaan pada proyek tersebut, akan dilakukan perhitungan ulang mengenai tebal perkerasan lentur jalan serta estimasi biayanya dengan batasan- batasan yang telah ditentukan

3.2. Metode Dan Pengambilan Data

Pada perhitungan tebal lapis perkerasan lentur, pengambilan data dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu variabel-variabel sebagai parameter yang mempengaruhi proses perhitungan tebal lapis perkerasan pada Proyek X. Pengambilan data yang dilakukan sebagai parameter dalam perhitungan melalui instansi terkait pada Proyek X, antara lain ; Data umum proyek (lebar, panjang, kemiringan, dan klarifikasi jalan pada lajur perkerasan yang direncanakan), data lalu lintas, data penyelidikan tanah (*CBR*), faktor regional, dan umur rencana. Berdasarkan data yang diperoleh akan ditentukan nilai \overline{ITP} (Indeks Tebal Perkerasan) menggunakan metode analisa komponen (Santoso,2009) untuk menentukan tebal pada lapis perkerasan lentur. Untuk melakukan estimasi biaya perkerasan, pengambilan data dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu variabel-variabel sebagai parameter yang mempengaruhi proses perhitungan jumlah biaya pada pekerjaan lapis perkerasan lentur Proyek X. Pengambilan data yang dilakukan sebagai parameter dalam melakukan estimasi biaya melalui instansi terkait pada Proyek X, antara lain : Data umum proyek (panjang dan lebar lajur

perkerasan), Jenis dan item pekerjaan pada lapis perkerasan lentur, serta Harga dasar satuan bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan. Estimasi biaya dilakukan dengan perhitungan kuantitas pekerjaan terhadap struktur lapis perkerasan lentur dan menganalisa harga satuan pekerjaannya menurut pedoman pada Panduan Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1996/1997. Rencana Anggaran Biaya (RAB) akan dibuat berdasarkan penjumlahan kuantitas dan harga satuan pekerjaan yang telah diperoleh.

4. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1. Perencanaan Tebal Perkerasan

Berikut data - data pada proyek yang diperoleh dari instansi terkait untuk menentukan tebal perkerasan lentur ; Jenis jalan yang direncanakan adalah jalan kolektor dengan panjang perkerasan 2,35 Km, lebar perkerasan 3,5 m , jumlah jalur 1 jalur 2 arah. Jalan dibuka pada tahun 2017 dan umur rencana 20 tahun dengan perkiraan pertumbuhan lalu lintas (i) sebesar 5 %. Susunan lapis perkerasan yang direncanakan adalah sebagai berikut : lapis Permukaan dengan *Lataston (HRS)* , lapis pondasi dengan batu pecah kelas A (*CBR 100%*) , lapis pondasi bawah dengan sirtu kelas B (*CBR 50%*). Faktor regional pada Proyek X adalah 2. Pada **Tabel 1.** dilakukan perhitungan terhadap Volume lalu lintas untuk memperoleh *LHR* pada awal umur rencana dan akhir umur rencana. Kemudian dilakukan perhitungan angka ekivalen pada jenis dan sumbu kendaraan pada **Tabel 2.**

Tabel 1. Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata – Rata (*LHR*)

No	Jenis Kendaraan	<i>LHR</i> 2015	<i>LHR</i> 2017 awal umur rencana	<i>LHR</i> 2037 akhir umur rencana
1	Kendaraan ringan 2 ton (1+1)	206	227,115	602,604
2	Bus 8 ton (3+5)	4	4,410	11,701
3	Truck 2 As 10 ton (4+6)	20	22,050	58,505
4	Truck 2 As 13 ton (5+8)	2	2,205	5,850
5	Truck 3 As 20 ton (6+7.7)	2	2,205	5,850
Jumlah Total Kendaraan		234	257,985	684,511

Tabel 2. Perhitungan Angka Ekivalen

No	Jenis Kendaraan	Angka Ekivalen (<i>E</i>)	Jumlah Perhitungan
1	Kendaraan ringan 2 ton (1+1)	0,0002 + 0,0002	0,0004
2	Bus 8 ton (3+5)	0,0183 + 0,1410	0,1593
3	Truck 2 As 10 ton (4+6)	0,0577 + 0,2923	0,3500
4	Truck 2 As 13 ton (5+8)	0,1410 + 0,9238	1,0648
5	Truck 3 As 20 ton (6+7.7)	0,2923 + 0,7452	1,0375

Berdasarkan hasil perhitungan *LHR* dan angka ekivalen pada jenis kendaraan, akan dilakukan perhitungan terhadap lintas ekivalen dengan rumus –rumus ekivalen akan Dilakukan perhitungan lintas ekvilen permulaan pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Perhitungan Lintas Ekivalen Permulaan (*LEP*)

No	Jenis Kendaraan	<i>LEP</i> ($LHR_{2017} \times C \times E$)	Jumlah Perhitungan
1	Kendaraan ringan 2 ton (1+1)	$227,115 \times 1 \times 0,0004$	0,0908
2	Bus 8 ton (3+5)	$4,410 \times 1 \times 0,1593$	0,7025
3	Truck 2 As 10 ton (4+6)	$22,050 \times 1 \times 0,3500$	7,7175
4	Truck 2 As 13 ton (5+8)	$2,205 \times 1 \times 1,0648$	2,3478
5	Truck 3 As 20 ton (6+7.7)	$2,205 \times 1 \times 1,0375$	2,2876
Jumlah total Lintas Ekivalen Permulaan ($\sum LEP$)			13,1462

Kemudian perhitungan lintas ekivalen akhir pada **Tabel 4**. Setelah itu akan ditentukan nilai *LET* (lintas ekivalen tengah) dengan hasil perhitungan pada *LEP* dan *LEA*.

Tabel 4. Perhitungan Lintas Ekivalen Akhir (*LEA*)

No	Jenis Kendaraan	<i>LEA</i> (UR 20) ($LHR_{2037} \times C \times E$)	Jumlah Perhitungan
1	Kendaraan ringan 2 ton (1+1)	$602,604 \times 1 \times 0,0004$	0,2410
2	Bus 8 ton (3+5)	$11,701 \times 1 \times 0,1593$	1,8640
3	Truck 2 As 10 ton (4+6)	$58,505 \times 1 \times 0,3500$	20,4767
4	Truck 2 As 13 ton (5+8)	$5,850 \times 1 \times 1,0648$	6,2290
5	Truck 3 As 20 ton (6+7.7)	$5,850 \times 1 \times 1,0375$	6,0693
Jumlah Total Lintas Ekivalen Akhir ($\sum LEA$)			34,8800

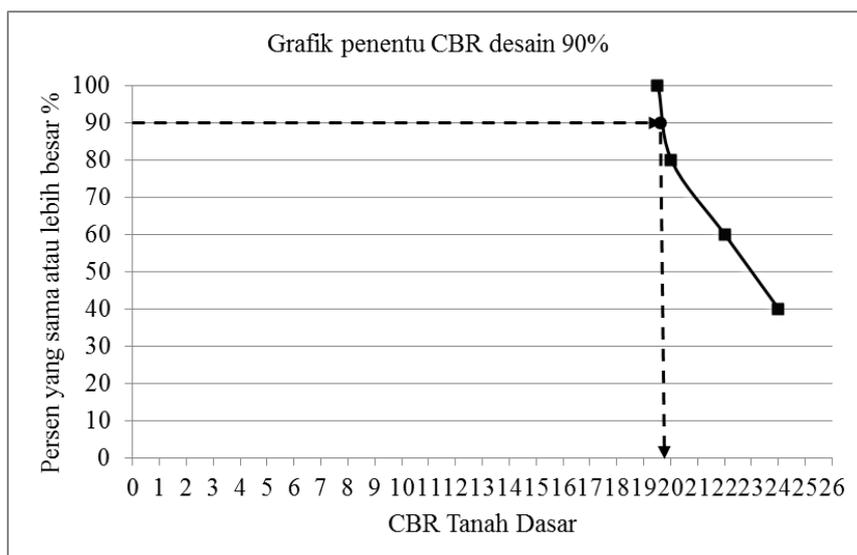
Dengan nilai *LEP* dan *LEA* yang telah diperoleh, dapat dilakukan perhitungan pada lintas ekivalen tengah (*LET*) untuk menentukan nilai *LER* dengan cara berikut :

$$\begin{aligned} LET &= 1/2 (LEP + LEA_{20}) \\ &= 1/2 (13,1462 + 34,88) \\ &= 24,0131 \end{aligned}$$

Lintas Ekivalen Rencana (*LER*) :

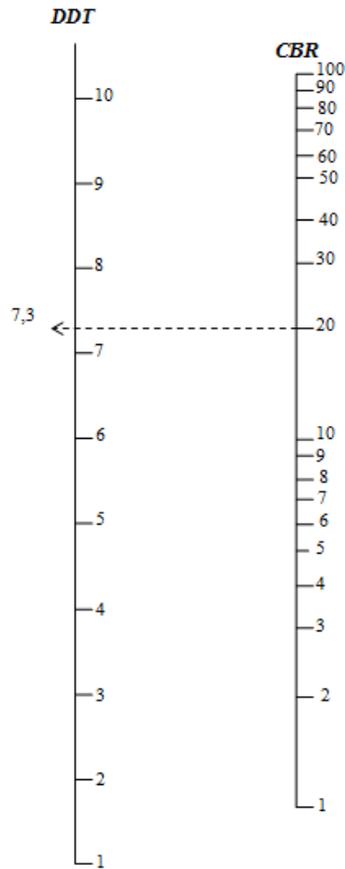
$$\begin{aligned} FP &= UR/10 \\ &= 20/10 \\ &= 2 \\ LER &= LET \times FP \\ &= 24,0131 \times 2 \\ &= 48,0262 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan terhadap data lalu lintas, selanjutnya dilakukan perhitungan pada data penyelidikan tanah dasar (*CBR*). Diambil 5 sampel dari bebarapa titik yang diuji (STA 0+000 – 2+350), dari hasil perhitungan tersebut terhadap data - data *CBR* tanah dasar akan ditentukan harga *CBR* tanah dasar dengan grafik pada **Gambar 1**.



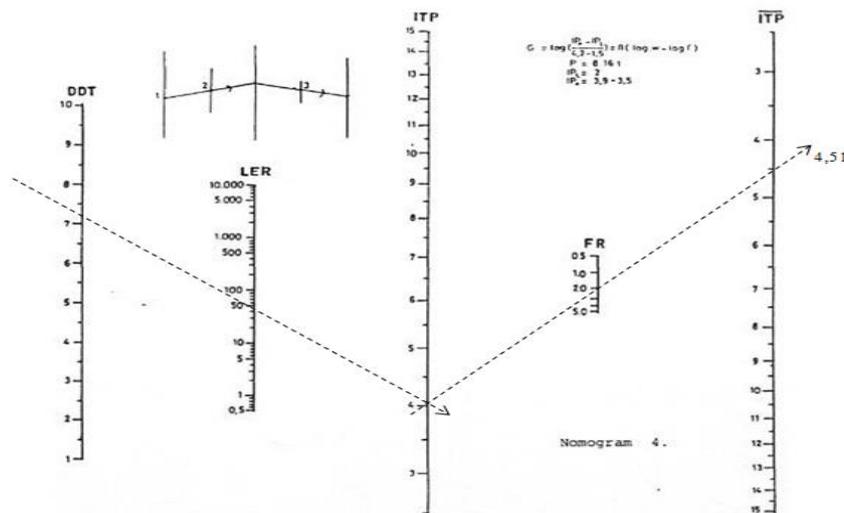
Gambar 1. Grafik Penentu Harga CBR

Dengan Grafik penentu, harga *CBR* tanah dasar diperoleh sebesar 20 %, harga *CBR* tersebut akan dikorelasikan pada **Gambar 2.** untuk memperoleh nilai *DDT*.



Gambar 2. Korelasi Data *CBR* dan *DDT*

Berikutnya ditentukan nilai \overline{ITP} (Indeks Tebal Perkerasan) dengan nomogram 4 pada **Gambar 3.** menurut nilai IP_o dan IP_t yang diperoleh berdasarkan data perencanaan pada Proyek X.



Gambar 3. Penentuan Nilai \overline{ITP}

Dengan menggunakan tebal minimum untuk lapis permukaan dan lapis pondasi, serta umur rencana (UR) 20 tahun akan ditentukan tebal lapis pondasi bawah (Sub Base Course / D_3) dengan nilai \overline{ITP} menggunakan rumus dan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\overline{ITP} &= a_1D_2 + a_2D_2 + a_3D_3 \\ 4,51 &= 0,3 \times 5 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times D_3 \\ 4,51 &= 1,5 + 2,8 + 0,12 \times D_3 \\ 4,51 &= 4,3 + 0,12 D_3 \\ D_3 &= 1,75 \approx 10 \text{ cm (tebal minimum)}\end{aligned}$$

Pada susunan lapis perkerasan, diperoleh tebal minimum untuk masing – masing lapis perkerasan. Nilai CBR tanah dasar lapangan mengindikasikan bahwa tanah dasar pada lapangan tergolong bagus dan kuat. Berdasarkan tebal minimum yang diperoleh pada setiap lapis perkerasan, akan ditentukan nilai CBR tanah dasar yang berlaku lebih kecil dari 20 %. Dengan perhitungan mundur diperoleh harga CBR 9,9 – 20 % yang berlaku untuk tebal minimum.

4.2. Estimasi Biaya Perkerasan

Dalam menentukan biaya untuk struktur perkerasan lentur jalan pada Proyek X, dibutuhkan perhitungan kuantitas pekerjaan untuk memperoleh kebutuhan material, alat, dan pekerja yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan. Kuantitas pekerjaan ditentukan dengan menganalisa berapa m^3 volume pekerjaan yang dibutuhkan untuk 1 m panjang pada lajur perkerasan, pada **Tabel 5.** dilampirkan jumlah kuantitas pekerjaan pada perkerasan lentur.

Tabel 5. Kuantitas Pekerjaan pada Proyek X

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Material	A	B	A x B
				Analisa Kuantitas 1 m panjang	Panjang Lajur Perkerasan	Jumlah kuantitas
1	Lapis Pondasi Bawah	m^3	Sirtu Kelas B CBR 100 %	0,350	2.350	822,50
2	Lapis Pondasi	m^3	Agr. kelas A CBR 50 %	0,700	2.350	1.645,00
3	Lapis Perekat	m^2	Aspal, kerosene	3,500	2.350	8.225,00
	Lapis Permukaan	m^3	Lataston (HRS)	0,175	2.350	411,25
4	Bahu Jalan dan Ambang Pengaman	m^3	Urugan Sirtu	0,980	2.350	2.303,00

Setelah dilakukan perhitungan kuantitas setiap pekerjaan, selanjutnya dilakukan analisa terhadap harga satuan bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan pada setiap pekerjaan lapis perkerasan. Dengan pedoman pada Panduan Analisa Satuan Pekerjaan Tahun Anggaran 1996/1997 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Daerah Tingkat Jawa Timur dilakukan analisa harga satuan pekerjaan pada masing- masing lapis perkerasan berdasarkan satuan unit dan keefisien untuk setiap komponen pekerjaan.

Harga satuan pekerjaan terhadap struktur lapis perkerasan lentur (termasuk bahu jalan) dilampirkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Harga Satuan Pekerjaan pada Proyek X

No	Uraian	Satuan	Harga Satuan Pekerjaan			
			Bahan	Upah	Peralatan	Jumlah (Rp)
1	Lapis Pondasi Bawah	m ³	192.000,00	1.581,14	43.329,90	236.911,04
2	Lapis Pondasi	m ³	296.391,60	1.279,85	164.771,98	462.461,43
3	Lapis Perekat	m ²	7.546,75	139,14	1.097,92	8.783,81
	Lapis Permukaan	m ³	3.434.646,83	8.646,46	814.669,85	4.257.963,16
4	Bahu Jalan Dan Ambang Pengaman	m ³	192.000,00	1.581,14	43.329,90	236.911,04

Dari hasil perhitungan pada kuantitas dan harga satuan pekerjaan, dapat dilakukan perencanaan anggaran biaya perkerasan jalan pada Proyek X sehingga memperoleh jumlah keseluruhan biaya pada pekerjaan stuktur perkerasan lentur. Rencana anggaran biaya (RAB) dilampirkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan pada Proyek X

Proyek : Pembangunan Jalan Kabupaten
 Profinsi : NTB
 Kabupaten : -
 Panjang Proyek : 2,35 Km

No	Urian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas Pekerjaan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Non-Aspal				
1	Lapis Pondasi Bawah, t = 10 cm	m ³	822,50	236.911,04	194.859.330,400
2	Lapis Pondasi, t = 20 cm	m ³	1.645,00	462.461,43	760.749.052,350
Jumlah Biaya Pekerjaan Non-Aspal					955.608.382.750
II	Aspal				
3	Lapis Perekat	m ²	8.225,00	8.783,81	72.246.878,375
	Lapis Permukaan, t = 5 cm	m ³	411,25	4.257.963,16	1.751.087.349,550
Jumlah Biaya Pekerjaan Aspal					1.751.159.596.428
III	Bahu Jalan				
4	Bahu Jalan dan Ambang Pengaman, t = 35 cm	m ³	2.303,00	236.911,04	545.606.125,120
Jumlah Biaya Pekerjaan (I + II + III)					3.324.548.735,795
Dibulatkan					3.324.549.000,000

Dengan hasil perhitungan, diperoleh jumlah keseluruhan biaya pekerjaan struktur perkerasan lentur (dengan lebar jalan 3,5 m, panjang jalan 2,35 km, dan bahu jalan beserta ambang pengaman 1,4 m bagian kiri dan 1,4 m pada bagian kanan jalan) pada Proyek X yang dibulatkan sebesar Rp. 3.324.549.000 (Tiga Miliar Tiga Ratus Dua Puluh Empat Juta Lima Ratus Empat Puluh Sembilan Ribu Rupiah) tidak termasuk keuntungan dan pajak pertambahan nilai (PPN).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, penulis memperoleh beberapa kesimpulan dan memberi saran, diantaranya;

- Tebal masing – masing lapisan memperoleh tebal minimum dengan lapis permukaan menggunakan *Lataston (HRS)* , lapis pondasi menggunakan Agregat Kelas A (*CBR* 100 %) , dan lapis pondasi bawah menggunakan Sirtu Kelas B (*CBR* 50 %).
- Dengan tebal minimum, dilakukan perhitungan mundur terhadap nilai *CBR*, dimana harga *CBR* yang berlaku untuk tebal minimum adalah 9,9 % - 20 %
- Jumlah keseluruhan biaya yang diperlukan untuk perkerasan jalan dengan lebar jalan 3,5 m, panjang jalan 2,35 km, dan bahu jalan beserta ambang pengaman (1,4 m bagian kiri dan 1,4 m bagian kanan jalan) pada Proyek X adalah sebesar Rp. 3.324.549.000, tidak termasuk keuntungan dan pajak pertambahan nilai (*PPN*).
- Berdasarkan hasil perhitungan yang memperoleh tebal minimum pada masing – masing lapis perkerasan, diharapkan kedepannya bagi pembaca yang akan melakukan penelitian yang sama untuk lebih memperhatikan syarat dan ketentuan terhadap batasan tebal minimum pada susunan lapis perkerasan lentur, juga lebih memperhatikan harga dasar satuan bahan, upah pekerja, dan peralatan dalam menyesuaikan harga tersebut dengan lokasi proyek yang akan diteliti.

6. DAFTAR REFERENSI

- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. (1996/1997). *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tahun Anggaran 1996/1997*
- National Estimating Society (1979). “*Journal Of Cost Estimating*”. USA.
- Santoso. (2009). *Panduan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dan Perkerasan Interlocking Concrete Block*
- Widarno, D., S., dan Suwono. (2015). “*Perencanaan Dan Estimasi Biaya Pelaksanaan Untuk Jalan Penghubung Di Kawasan Surabaya Timur*”. Universitas Kristen Petra. Vol 4, No 1 (2015).