

2. LANDASAN TEORI

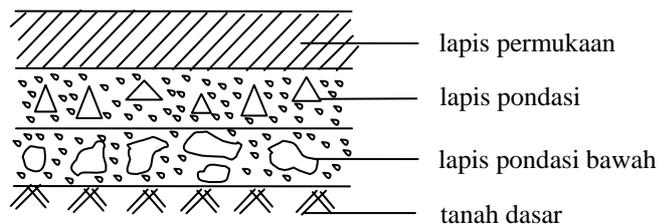
Dalam suatu proyek konstruksi jalan raya, khususnya perkerasan jalan. Biaya merupakan salah satu komponen yang sangat berpengaruh terhadap pelaksanaan proyek tersebut. Biaya tersebut dapat tergantung dari jenis lapis perkerasan yang di desain. Secara garis besar biaya dalam proyek jalan itu sendiri meliputi biaya material, tenaga kerja serta biaya peralatan yang harus disediakan untuk melaksanakan perkerasan/lapis perkerasan tersebut. Agar dapat mengetahui besarnya biaya proyek keseluruhan tersebut, maka diperlukan estimasi biaya.

2.1. Desain Perkerasan Jalan

Lapis perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, sehingga akan memberikan kenyamanan kepada si pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut (Sukirman, 1999). Dengan demikian perencanaan tebal tiap lapis perkerasan harus diperhitungkan dengan optimal.

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. Bagian perkerasan lentur jalan umumnya terdiri dari:

1. Lapis permukaan (*surface course*).
2. Lapis pondasi atas (*base course*).
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*).
4. Tanah dasar



Gambar 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Lentur

2.1.1. Lapis Permukaan

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Fungsinya antara lain :

- Sebagai lapis perkerasan penahan beban roda selama masa pelayanan, karena memiliki stabilitas yang tinggi.
- Sebagai lapisan kedap air yang mencegah agar air tidak meresap ke lapisan di bawahnya.
- Sebagai lapisan aus yang menahan gesekan roda kendaraan.
- Untuk menyebarkan beban kendaraan ke lapisan dibawahnya yang memiliki daya dukung lebih rendah.

Pemilihan bahan lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana dan pentahapan konstruksi, agar dapat dicapai manfaat yang maksimal dari biaya yang dikeluarkan.

2.1.2. Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas merupakan bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Fungsi lapis pondasi atas adalah :

- Menahan beban roda dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.
- Sebagai perletakan dari lapis permukaan.

2.1.3. Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah terletak diantara lapis pondasi atas dan lapisan tanah dasar. Lapisan ini memiliki beberapa fungsi, antara lain :

- Mendukung konstruksi perkerasan.
- Mengefisiensikan penggunaan material perkerasan.
- Sebagai lapisan awal agar pelaksanaan konstruksi bisa berjalan dengan baik.

2.1.4. Tanah Dasar

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan dasar untuk perletakan perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Pada penelitian ini digunakan program Flexi-Man. Program tersebut adalah program yang dipakai untuk penentuan tebal perkerasan lentur untuk Jalan baru, pelapisan tambahan, dan konstruksi bertahap. Dari program Flexi-Man akan didapatkan perhitungan susunan tebal tiap lapis perkerasan. Untuk menjalankan program Flexi-Man ini diperlukan beberapa data. Data yang harus dimasukkan antara lain:

1. Data kendaraan
2. Data jalan dan data lalu lintas
3. Data penunjang
4. Data perkerasan

- Data kendaraan

Pada data kendaraan yang harus dimasukkan adalah tahun survey dan jenis kendaraan. Untuk jenis kendaraan diperlukan klasifikasi kendaraan dan jumlahnya. Kelompok sumbu, tipe sumbu, beban total, dan pembagian beban tiap kendaraan sudah tersedia. Jenis kendaraan yang tersedia meliputi kendaraan ringan, bus, truck, trailer, dll.

- Data jalan dan lalu lintas

Pada data jalan data yang harus dimasukkan adalah klasifikasi jalan, jumlah lajur, jumlah arah, tahun jalan dibuka, dan umur rencana. Untuk lebar perkerasan akan diperoleh pada saat memasukkan jumlah lajur. Pada program ini hanya dibatasi sampai 6 lajur saja. Misal jika dimasukkan 1 lajur jalan, maka lebar perkerasan yang dibutuhkan antara 2.5 – 5.5 meter, untuk 2 lajur, lebar perkerasan yang dibutuhkan 5.5 – 8.25 meter, untuk 3 lajur, lebar perkerasan yang dibutuhkan 8.25 – 11.25 meter, untuk 4 lajur, lebar perkerasan yang dibutuhkan 11.25 - 15 meter, untuk 5 lajur, lebar perkerasan yang dibutuhkan 15 – 18.75 meter, dan untuk 6 lajur, lebar perkerasan yang dibutuhkan 18.75 – 22 meter. Klasifikasi jalan dibagi menjadi 4 yaitu, jalan lokal, jalan kolektor, jalan arteri, dan jalan tol. Untuk data lalu lintas diperlukan persentase pertumbuhan lalu lintas per tahun selama pelaksanaan dan selama umur rencana.

- Data penunjang

Pada data penunjang yang diperlukan adalah faktor regional (FR), nilai indeks permukaan akhir umur rencana (IPt), dan nilai CBR. Untuk faktor regional dapat dimasukkan dengan keadaan di lapangan atau FR yang dikehendaki. Untuk menentukan FR keadaan di lapangan, perlu mengetahui kelandaian dan iklimnya. Pada bagian jalan-jalan tertentu, seperti di persimpangan, pemberhentian, atau tikungan tajam (jari-jari <30 meter), nilai FR ditambah 0,5. Sedangkan pada daerah rawa-rawa nilai FR ditambah 1,0. Untuk indeks permukaan akhir umur rencana (IPt), diperlukan IPt yang dianjurkan dan IPt yang dikehendaki. Setelah itu harus memasukkan data CBR tanah dasar. Pada program ini hasil CBR bisa didapatkan melalui perhitungan atau CBR yang mewakili.

- Data perkerasan

Pada data perkerasan, tebal tiap lapisan dari perkerasan harus dihitung. Data yang perlu dimasukkan meliputi data lapis permukaan (*Surface*), data lapis pondasi (base), dan data lapis pondasi bawah (*subbase*).

Data pada lapis permukaan meliputi jenis bahan, kekuatan bahan/*marshall stability*, koefisien kekuatan relatif, IPO, dan tebal minimum lapisan. Pada saat data jenis bahan dimasukkan, didapatkan hasil IPO. Begitu juga pada saat memasukkan data *marshall stability*, dapat diperoleh koefisien kekuatan relatif. Untuk tebal minimum lapisan tersebut harus didesain sendiri berapa tebal yang diinginkan. Jenis-jenis bahan yang tersedia adalah Laston, Lasbutag, HRA, dan Lapen.

Untuk lapis pondasi data yang perlu dimasukkan meliputi jenis bahan, kekuatan bahan, koefisien kekuatan relatif, dan tebal minimum lapisan. Untuk kekuatan bahan dapat berubah tergantung dari jenis bahan (laston atas, lapen, stab. tanah, batu pecah) yang akan digunakan, dan koefisien kekuatan relatif akan diperoleh setelah memasukkan data kekuatan bahan. Untuk tebal minimum lapisan ditentukan sendiri tebal yang diinginkan.

Pada lapis pondasi bawah jenis bahan yang diperlukan hanya terdiri dari sirtu dan tanah kepasiran. Koefisien kekuatan relatif akan diperoleh pada saat

memasukkan data kekuatan bahan (CBR). Dan untuk tebal minimum lapisan ditentukan sesuai tebal yang diinginkan.

Pada beberapa agregat dapat dilihat dari besarnya nilai CBR. Besarnya nilai CBR mempengaruhi tebal minimum yang dibutuhkan pada lapisan yang dikehendaki. Semakin besar nilai CBR, maka semakin tipis tebal minimum lapisan tersebut. Pada program Flexi-Man, dalam menentukan perencanaan perkerasan lentur terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Perencanaan jalan baru.

Yang dimaksud dengan merencanakan jalan baru adalah merencanakan tebal dan susunan lapis perkerasan pada jalan yang masih berupa tanah asli atau masih belum diberi lapis perkerasan apapun. Biasanya dilakukan Survey mengenai klasifikasi jalan, keadaan tanah dasar, faktor regional, jenis dan jumlah kendaraan yang lewat sebelum merencanakan perkerasan.

2. Pelapisan tambahan.

Pelapisan tambahan dilakukan apabila kondisi perkerasan jalan yang ada sudah dianggap tidak memenuhi standar pelayanan yang diharapkan, baik itu sebelum ataupun setelah mencapai target umur rencana.

3. Konstruksi bertahap.

Metode perencanaan konstruksi bertahap didasarkan atas konsep "sisa umur", yaitu perkerasan tahap berikutnya direncanakan sebelum perkerasan tahap pertama mencapai umur rencana. Tahap kedua diterapkan apabila kondisi kerusakan perkerasan jalan sudah mencapai $\pm 60\%$. Dengan demikian sisa umur tahap pertama $\pm 40\%$. Karena itu, biasanya umur rencana pada tahap pertama berkisar antara 25% - 50% dari keseluruhan umur rencana.

Pada tugas akhir ini hanya dibahas perencanaan jalan baru saja. Yang dimaksud dengan merencanakan jalan baru adalah merencanakan tebal dan susunan lapis perkerasan pada jalan yang masih berupa tanah asli atau masih belum diberi lapis perkerasan apapun. Survey mengenai klasifikasi jalan, keadaan tanah dasar, faktor regional, jenis dan jumlah kendaraan yang lewat dan data lain yang diperlukan dalam perencanaan, harus terlebih dahulu dilakukan sebelum merencanakan perkerasan jalan tersebut. Dari data yang telah didapatkan,

kemudian diolah dan dapat ditentukan tebal tiap lapis perkerasan yang mampu menahan beban kendaraan yang lewat.

2.2. Estimasi Harga Satuan

Memperkirakan biaya berdasarkan harga satuan adalah memperkirakan biaya berdasarkan per unit pekerjaan. Harga satuan pekerjaan adalah harga yang harus dibayar untuk menyelesaikan satu jenis pekerjaan. Analisis harga satuan pekerjaan terdiri dari tiga kelompok, yaitu:

- Harga Satuan Upah Tenaga

Harga yang harus dibayarkan untuk membeli jasa yang diberikan untuk pekerja sebagai balas jasa terhadap hasil kerja mereka dalam suatu jenis pekerjaan.

- Harga Satuan Bahan

Harga yang harus dibayarkan untuk membeli per satuan jenis bahan bangunan.

- Harga Satuan Peralatan

Harga yang harus dibayarkan untuk menyewa peralatan yang digunakan pada proyek perkerasan.

2.2.1. Harga Satuan Pekerjaan Untuk Lapis Pondasi Bawah

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan untuk pondasi bawah didapatkan dari Panduan Analisa Harga Satuan Tebal Perkerasan Tahun 1996 / 1997 (Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur). Pada penelitian ini lapis pondasi bawah menggunakan bahan Sirtu. Pada tabel 2.1 ini akan disajikan rekapitulasi hasil perhitungan perhitungan harga satuan tenaga, bahan dan peralatan untuk 1 M³ pekerjaan lapis pondasi bawah. Sedangkan untuk contoh analisa harga satuan tenaga, bahan dan peralatan untuk 1 M³ pekerjaan lapis pondasi bawah akan disajikan pada tabel 2.2.

Tabel 2.1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M³ Sirtu

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A 1.	TENAGA Pekerja	Jam	0.0790		

Tabel 2.1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M³ Sirtu (lanjutan)

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
2.	Mandor	Jam	0.0198		
JUMLAH HARGA TENAGA					
B	BAHAN				
1.	Sirtu	M ³	1.2000		
JUMLAH HARGA BAHAN					
C	PERALATAN				
1.	Wheel Loader	Jam	0.0198		
2.	Dump Truck	Jam	0.0560		
3.	Motor Grader	Jam	0.0097		
4.	Vibrator Roller	Jam	0.0178		
5.	Water Tanker	Jam	0.0078		
6.	Alat Bantu	Ls	1.0000		
JUMLAH HARGA PERALATAN					
D	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996

Tabel 2.2. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1 M³ Sirtu

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
I	ASUMSI			
1.	Pekerjaan dilakukan secara mekanis			
2.	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan			
3.	Kondisi existing jalan : sedang / baik			
4.	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7.00	Jam
5.	Faktor pengembangan bahan	Fk	1.20	-
6.	Tebal hamparan padat	t	0.20	M
II	METODE PELAKSANAAN			
1	Wheel Loader memuat sirtu ke dalam Dump Truck			
2	Dump Truck mengangkut sirtu ke lapangan dengan jarak quari ke lapangan	L	2.00	Km
3	Sirtu dihampar dengan menggunakan Motor Grader			
4	Hamparan sirtu disiram air dengan Water Tank Truck (sebelum pelaksanaan pemadatan) dan dipadatkan dengan menggunakan Vibrator Roller			

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Tabel 2.2. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1 M³ Sirtu (lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
5	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA			
1	BAHAN			
1a	Sirtu = 1 x Fk	(M08)	1.2000	M ³
2	ALAT			
2a	Wheel Loader	(E15)		
	Kapasitas bucket	V	1.50	M ³
	Faktor bucket	Fb	0.90	-
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Waktu siklus	Ts1		
	- Muat	T1	0,5	Menit
	- Lain-lain	T2	0,5	Menit
		Ts1	1.00	Menit
	$\text{Kap. Prod./jam} = \frac{D2 \times V \times Fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts1}$	Q1	50.63	M ³
	Koefisien Alat / M ³ = 1 : Q1	(E15)	0.0198	Jam
2b	DUMP TRUCK (DT)	(E08)		
	Kapasitas bak	V	4.00	M ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	40.00	Km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	50.00	Km/jam
	Waktu siklus	Ts2		
	- Waktu tempuh isi = (L : v1) × 60 menit	T1	3.00	Menit
	- Waktu tempuh kosong = (L : v2) × 60 menit	T2	2.40	Menit
	- Lain-lain	T3	3.00	Menit
		Ts2	8.40	Menit
	$\text{Kap. Prod./jam} = \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts2}$	Q2	17.86	M ³
	Koefisien alat/ M ³ = 1 : Q2	(E08)	0.05660	Jam
2c	Motor Grader	(E13)		
	Panjang hamparan	Lh	50.00	M
	Lebar efektif kerja blade	b	2.40	M
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Kecepatan rata-rata alat	v	4.00	KM/jam
	Jumlah lintasan	n	6	Lintasan

Tabel 2.2. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1 M³ Sirtu (lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
2d	Waktu siklus :	Ts3		
	- Peralatan 1 lintasan = $Lh : (v \times 1000) \times 60$	T1	0.75	Menit
	- Lain-lain	T2	1	Menit
		Ts3	1.75	Menit
	Kap. Prod./jam = $\frac{Lh \times b \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts3}$	Q3	102,86	M ³
	Koefisien Alat/ M ³ = 1 : Q3	(E13)	0.0097	Jam
	Vibrator Roller	(E19)		
	Kecepatan rata-rata alat	v	2,5	KM/Jam
	Lebar efektif pemadatan	b	1.20	M
	Jumlah lintasan	n	8.00	Lintasan
Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-	
Kap. Prod./Jam = $\frac{(v \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n}$	Q4	56,25	M ³	
Koefisien Alat/ M ³ = 1 : Q4	(E19)	0.0178	Jam	
2e	Water Tank Truck	(E23)		
	Volume Tanki Air	V	4.00	M ³
	Kebutuhan Air / M ³ Agregat Padat	Wc	0.07	M ³
	Pengisian Tanki / Jam	n	3.00	Kali
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Kap. Prod./jam = $\frac{V \times n \times Fa}{Wc}$	Q6	128.57	M ³
	Koefisien Alat/ M ³ = 1 : Q5	(E23)	0.0078	Jam
2f	ALAT BANTU			
	- Sekop = 3 buah			
3	TENAGA			
	Produksi menentukan = WHEEL LOADER	Q1	50.63	M ³ /Jam
	Produksi galian / hari = $Tk \times Q1$	Qt	354.42	M ³
	Kebutuhan tenaga :			
	- Pekerja	P	4.00	Orang
	- Mandor	M	1.00	Orang
	Koefisien Tenaga/ M ³ :			
	- Pekerja = $(Tk \times P) / Qt$	(L01)	0.0790	Jam
- Mandor = $(Tk \times M) / Qt$	(L03)	0.0198	Jam	

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Pada tabel 2.3 ini disajikan data bahan untuk contoh perhitungan harga satuan 1m³ untuk Sirtu.

Tabel 2.3. Analisa Harga Satuan Bahan Untuk 1 M³ Sirtu

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Asumsi			
* Tebal hamparan padat	t	0,3	m
* Faktor pengembangan bahan	Fk	1,2	

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan kebutuhan bahan untuk pekerjaan 1m³ Sirtu :

Pemakaian Bahan:

- Material timbunan : $1 \times Fk = 1 \times 1,2 = 1,2 \text{ M}^3$

Pada tabel 2.4 ini disajikan data tenaga untuk contoh perhitungan harga satuan 1 M³ untuk Sirtu.

Tabel 2.4. Analisa Harga Satuan Upah Pekerjaan Untuk 1 M³ Sirtu

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Jam kerja efektif /hari	TK	7	Jam
Produksi menentukan: Wheel Loader	Q1	50,63	M ³ /Jam
Produksi agregat/hari = TK x Q1			
Kebutuhan tenaga:	Qt	354,42	M ³
- Pekerja	P	4	Orang
- Mandor	M	1	Orang

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan kebutuhan tenaga untuk pekerjaan 1 M³ Sirtu :

Koefisien Tenaga / M² :

- Pekerja = $(TK \times P) / Qt$
 $= (7 \times 4) / 354,42$
 $= 0,079 \text{ Jam}$
- Mandor = $(TK \times M) / Qt$
 $= (7 \times 1) / 354,42$
 $= 0,0198 \text{ Jam}$

Pada tabel 2.5 ini disajikan data peralatan untuk contoh perhitungan harga satuan 1m^3 untuk Sirtu.

Tabel 2.5. Analisa Harga Satuan Alat Untuk 1M^3 Sirtu

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Vibratory Roller			
- Kecepatan rata-rata alat	v	2,5	Km / jam
- Lebar fektif pemadatan	b	1,2	M
- Jumlah lintasan	n	8	lintasan
- Faktor efisiensi alat	Fa	0,75	

Penjelasan pemakaian alat untuk pekerjaan 1m^3 Sirtu :

- Kapasitas Produksi /Jam = $[(v \times 1000) \times b \times t \times Fa] / n$
 $= [(2,5 \times 1000) \times 1,2 \times 0,2 \times 0,75] / 8$
 $= 56,25\text{M}^3$
- Koefisien Alat / M^3 = $1 / \text{Kapasitas Produksi/jam}$
 $= 1 / 56.25$
 $= 0,0178 \text{ Jam}$

2.2.2. Harga Satuan Pekerjaan Untuk Lapis Pondasi

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan untuk lapis pondasi didapatkan dari Panduan Analisa Harga Satuan Tebal Perkerasan Tahun 1996 / 1997 (Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur). Pada penelitian ini lapis permukaan menggunakan bahan Lapis agregat pondasi kelas B. Pada tabel 2.6 ini akan disajikan rekapitulasi hasil perhitungan perhitungan harga satuan tenaga, bahan dan peralatan untuk 1M^3 pekerjaan lapis pondasi bawah.

Tabel 2.6 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Agregat Pondasi Kelas B / M^3

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.2765		
2.	Mandor (L02)	Jam	0.0395		
JUMLAH HARGA TENAGA					

Tabel 2.6 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Agregat Pondasi Kelas B / M³
(lanjutan)

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
B	BAHAN				
1.	Agregat Kelas A (M26)	M ³	1.2000		
JUMLAH HARGA BAHAN					
C	PERALATAN				
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0395		
2.	Dump Truck (E09)	Jam	0.2289		
3.	Motor Grader (E13)	Jam	0.0097		
4.	Vibratory Roller (E19)	Jam	0.0119		
5.	P.Tyre Roller (E18)	Jam	0.0032		
6.	Water Tanker (E23)	Jam	0.0233		
7.	Alat Bantu	Ls	1		
JUMLAH HARGA PERALATAN					
D	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Pada tabel 2.7 akan disajikan contoh analisa harga satuan tenaga, bahan dan peralatan untuk 1 M³ pekerjaan lapis pondasi.

Tabel 2.7. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Agregat Pondasi Kelas B / M³

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)			
2	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan			
3	Kondisi existing jalan : sedang			
4	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	20.0	Km
5	Tebal lapis agregat padat	t	0.20	m
6	Faktor kembang material (padat-lepas)	Fk	1.20	-
7	Jam kerja efektif per hari	Tk	7	Jam
II	METHODE PELAKSANAAN			
1	Wheel Loader memuat agregat ke dalam Dump Truck di Base Camp			
2	Dump Truck mengangkut agregat ke lokasi pekerjaan dan dihampar dengan motor grader			

Tabel 2.7. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Agregat Pondasi Kelas B / M³ (lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
3	Hamparan Agregat dibasahi dengan water tank truck sebelum dipadatkan dengan tandem roller dan pnumatic tyre roller			
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan Alat Bantu			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA			
1.	BAHAN			
	Material agregat kelas B hasil produksi di base camp setiap 1 M ³ agregat padat diperlukan :			
	1 x Fk	(M26)	1.2000	M ³
2.	ALAT			
2a.	WHEEL LOADER	(E15)		
	Kapasitas Bucket	V	1.50	M ³
	Faktor bucket	Fb	0.90	-
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Waktu siklus :	Ts1		
	- Muat	T1	1.00	Menit
	- Lain-lain	T2	1.00	Menit
		Ts1	2.00	Menit
	Kapasitas Prod./Jam = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts1}$	Q1	25.31	M ³
	Koefisien Alat/ M ³ = 1 / Q1	(E15)	0.0395	Jam
2b.	DUMP TRUCK	(E09)		
	Kapasitas bak	V	4.00	M ³
	Faktor efisiensi alat-alat	Fa	0.83	-
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	40.00	Km / Jam
	Kecepatan rata-rata kosong M ³	v2	50.00	Km / Jam
	Waktu siklus	Ts2		
	- Waktu tempuh isi = (L : v1) × 60 menit	T1	30.00	Menit
	- Waktu tempuh kosong = (L : v2) × 60 menit	T2	24.00	Menit
	- Lain-lain	T3	3.00	Menit
		Ts2	57.00	Menit
	Kapasitas Prod. / Jam = $\frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts2}$	Q2	2.9123	M ³
	Koefisien Alat / M ³ = 1 : Q2	(E09)	0.3434	Jam

Tabel 2.7. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Agregat Pondasi Kelas B / M³ (lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2c.	MOTOR GRADER	(E13)		
	Panjang hamparan	Lh	50.00	M
	Lebar efektif kerja blade	b	2.40	M
	Factor efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Kecepatan rata-rata alat	v	4.00	Km / jam
	Jumlah lintasan	n	6.00	Lintasan
	Waktu Siklus :	Ts3		
	- Perataan 1 lintasan = $Lh : (v \times 1000) \times 60$	T1	0.75	Menit
	- Lain-lain	T2	1.00	Menit
		Ts3	1.75	Menit
	Kapasitas Prod. / Jam = $\frac{Lh \times b \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts3}$	Q3	102.86	M ³
Koefisien alat / M ³ = 1 : Q3	(E13)	0.0097	Jam	
2d.	VIBRATORY ROLLER	(E19)		
	Kecepatan rata-rata alat	v	3.00	Km/Jam
	Lebar efektif pemadatan	b	1.50	M
	Jumlah lintasan	n	8.00	Lintasan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Kapasitas Prod. / Jam = $\frac{v \times 1000 \times b \times t \times Fa}{n}$	Q4	84.38	M ³
	Koefisien alat / M ³ = 1 : Q4	(E19)	0.0119	Jam
2e.	PNEUMATIC TIRE ROLLER	(E18)		
	Kecepatan rata-rata	v	5.00	Km / Jam
	Lebar efektif pemadatan	b	1.50	M
	Jumlah lintasan	n	4.00	Lintasan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	Kapasitas Prod. / Jam = $\frac{(V \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n}$	Q5	311.25	M ³
Koefisien Alat / M ³ = 1 : Q5	(E18)	0.0032	Jam	

Tabel 2.7. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Agregat Pondasi Kelas B / M³ (lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2f.	WATER TANK TRUCK	(E23)		
	Volume tangki air	V	4.00	M ³
	Kebutuhan air per M ³ agregat padat	Wc	0.07	M ³
	Pengisian Tangki per jam	n	1.00	Kali
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.75	-
	Kapasitas Prod. / Jam = $\frac{V \times n \times Fa}{Wc}$	Q6	42.86	M ³
	Koefisien Alat / M ³ = 1 : Q6	(E23)	0.0233	Jam
2g.	ALAT BANTU			
	Diperlukan :			
	- Kereta dorong = 2 buah			
	- Sekop = 3 buah			
	- Sapu lidi = 2 buah			
3.	TENAGA			
	Produksi menentukan : WHEEL LOADER	Q1	25.31	M ³ /jam
	Produksi / hari = Tk × Q1	Qt	177.19	M ³
	Kebutuhan Tenaga :			
	- Pekerja	P	7.00	Orang
	- Mandor	M	1.00	Orang
	Koefisien Tenaga / M ³ :			
	- Pekerja = (Tk × P) / Qt	(L01)	0.2765	Jam
	- Mandor = (Tk × M) / Qt	(L02)	0.0395	Jam

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan kebutuhan bahan untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas B per M³

- Volume Agregat Kelas B = 1 x Fk
- = 1 x 1.20
- = 1.20 M³

Pada tabel 2.8 ini disajikan data tenaga untuk contoh perhitungan harga satuan 1m^3 untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas B.

Tabel 2.8 Analisa Harga Satuan Upah Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B per M^3

Uraian	Kode	Koef.	Satuan
TENAGA			
Produksi menentukan : WHEEL LOADER	Q1	25.31	M^3/Jam
Produksi / hari = $T_k \times Q_1$	Qt	177.19	M^3
Kebutuhan Tenaga :			
- Pekerja	P	7.00	Orang
- Mandor	M	1.00	Orang

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan kebutuhan tenaga untuk pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B per M^3 :

Koefisien Tenaga per M^3 :

- Pekerja = $(TK \times P) / Qt$
 $= (7 \times 7) / 177.19$
 $= 0.2765 \text{ Jam}$
- Mandor = $(TK \times M) / Qt$
 $= (7 \times 1) / 177.19$
 $= 0,0395 \text{ Jam}$

Pada tabel 2.9 ini disajikan data alat untuk contoh perhitungan harga satuan 1m^3 untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas B / M^3

Tabel 2.9 Analisa Harga Satuan Alat Lapis Pondasi Agregat Kelas B per M^3

Uraian	Kode	Koef.	Satuan
WHEEL LOADER			
Kapasitas Bucket	V	1.50	M^3
Faktor bucket	Fb	0.90	-
Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-
Waktu siklus :	Ts1		

Tabel 2.9 Analisa Harga Satuan Alat Lapis Pondasi Agregat Kelas B per M³ (lanjutan)

Uraian	Kode	Koef.	Satuan
- Muat	T1	1.00	Menit
- Lain-lain	T2	1.00	Menit
	Ts1	2.00	Menit
Kapasitas Prod./Jam = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts1}$	Q1	25.31	M ³

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan pemakaian alat untuk pekerjaan Pondasi Agregat Kelas B per M³

- Kapasitas Prod. / Jam = $(V \times Fb \times Fa \times 60) / (Fk \times Ts1)$
 $= (1.5 \times 0.90 \times 0,75 \times 60) / (1.2 \times 2)$
 $= 25.31 \text{ M}^2$
- Koefisien Alat / M³ = $1 / \text{Kapasitas Produksi}$
 $= 1 / 25.31$
 $= 0.0395 \text{ Jam}$

2.2.3. Harga Satuan Pekerjaan Untuk Lapis Permukaan

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan untuk lapis permukaan didapatkan dari Panduan Analisa Harga Satuan Tebal Perkerasan Tahun 1996 / 1997 (Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur). Pada penelitian ini lapis permukaan menggunakan bahan Laston. Pada tabel 2.10 ini akan disajikan rekapitulasi hasil perhitungan perhitungan harga satuan tenaga, bahan dan peralatan untuk 1 M³ pekerjaan lapis pondasi permukaan.

Tabel 2.10. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M² Laston

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1.	Pekerja	Jam	0.0282		
2.	Mandor	Jam	0.0028		
	JUMLAH HARGA TENAGA				

Tabel 2.10. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M² Laston (lanjutan)

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
B	BAHAN				
1.	Agregat Kasar	M ³	0.0407		
2.	Agregat Halus	M ³	0.0252		
3.	Filler	Kg	2.0152		
4.	Aspal	Kg	6.2517		
JUMLAH HARGA BAHAN					
C	PERALATAN				
1.	Wheel Loader	Jam	0.0019		
2.	AMP	Jam	0.0028		
3.	Dump Truck	Jam	0.0248		
4.	Asphalt Finisher	Jam	0.0035		
5.	Tandem Roller	Jam	0.0031		
6.	P. Tyre Roller	Jam	0.0029		
7.	Alat Bantu	Ls	1.0000		
JUMLAH HARGA PERALATAN					
JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Pada tabel 2.11 akan disajikan contoh analisa harga satuan tenaga, bahan dan peralatan untuk 1 M³ pekerjaan lapis permukaan.

Tabel 2.11. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M² Laston

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
I	ASUMSI			
1.	Menggunakan alat berat (cara mekanik)			
2.	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan			
3.	Kondisi existing jalan : sedang			
4.	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	20.0	KM
5.	Tebal lapis (AC) padat	t	0.04	M
6.	Jam kerja efektif per hari	Tk	7.00	Jam

Tabel 2.11. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M² Laston
(lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
7.	Faktor kehilangan material :			
	- Agregat	Fh1	1.10	-
	- Aspal	Fh2	1.05	-
8	Komposisi campuran AC (spesifikasi) :			
	- Coarse Agregat : 45-62%	CA	56.50	%
	- Fine Agregat : 36-47%	FA	35.00	%
	- Fraksi Filler : 2.0%	FF	2.00	%
	- Asphalt : 4.3 - 7%	As	6.50	%
9	Berat Jenis bahan :			
	- AC (Asphalt Concrete)	D1	2.29	ton/ M ³
	- Coarse Agregat & Fine Agregat	D2	1.40	ton/ M ³
	- Fraksi Filler	D3	2.00	ton/ M ³
	- Asphalt	D4	1.03	ton/ M ³
II	METODE PELAKSANAAN			
1	Wheel Loader memuat Agregat dan Aspal ke dalam Cold Bin AMP.			
2	Agregat dan Aspal dicampur dan dipanaskan dengan AMP untuk dimuat langsung ke dalam Dump Truck dan diangkut ke lokasi pekerjaan			
3	Campuran panas AC dihampar dengan finisher dan dipadatkan dengan Tandem & Pneumatic Tire Roller			
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dengan menggunakan alat bantu			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA			
1	BAHAN			
1a	Agregat Kasar = $(CA \times (D1 \times t M^3) \times Fh1) : D2$	(M03)	0.0407	M ³
1b	Agregat Halus = $(FA \times (D1 \times t M^3) \times Fh1) : D2$	(M04)	0.0252	M ³
1c	Filler = $(FF \times (D1 \times t M^3) \times Fh1)$	(M05)	2.015	Kg
1d	Aspal = $(AS \times (D1 \times t M^3) \times Fh2)$	(M10)	6.252	Kg
2	ALAT			
2a	Wheel Loader	(E15)		
	Kapasitas bucket	V	1.50	M ³
	Faktor bucket	Fb	0.90	-
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	Waktu siklus	Ts1		

Tabel 2.11. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1M² Laston
(lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
	- Muat	T1	1.50	Menit
	- Lain-lain	T2	0.50	Menit
		Ts1	2.00	Menit
	$\text{Kap. Prod./jam} = \frac{D2 \times V \times Fb \times Fa \times 60}{D1 \times t \times Ts1}$	Q1	513.77	M ²
	Koefisien Alat/ M ² = 1 : Q1	(E15)	0.0019	Jam
2b	Asphalt Mixing Plant (AMP)	(E01)		
	Kapasitas produksi	V	50.0	Ton/jam
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.65	-
	$\text{Kap. Prod./jam} = \frac{V \times Fa}{D1 \times t}$	Q2	354.80	M ²
	Koefisien Alat/ M ² = 1 : Q2	(E01)	0.0028	Jam
2c	DUMP TRUCK (DT)	(E08)		
	Kapasitas bak	V	6.00	Ton
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	40.00	Km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	50.00	Km/jam
	Kapasitas AMP/batch	Q2b	0.50	Ton
	Waktu menyiapkan 1 batch AC	Tb	1.00	Menit
	Waktu siklus	Ts2		
	- Mengisi bak = (V : Q2b) × Tb	T1	12.00	Menit
	- Angkut = (L : v1) × 60 menit	T2	30.00	Menit
	- Tunggu + dump + putar	T3	15.00	Menit
	- Kembali = (L : v2) × 60 menit	T4	24.00	Menit
		Ts2	81.00	Menit
	$\text{Kap. Prod./jam} = \frac{V \times Fa \times 60}{D1 \times Ts2 \times t}$	Q4	40.27	M ²
	Koefisien alat/ M ² = 1 : Q4	(E09)	0.0248	Jam
2d	ASPHALT FINISHER	(E02)		
	Kapasitas produksi	V	40.00	Ton/jam
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.65	-
	$\text{Kap. Prod./jam} = \frac{V \times Fa}{D1 \times t}$	Q5	283.84	M ²
	Koefisien alat/ M ² = 1 : Q5	(E02)	0.0035	Jam

Tabel 2.11. Uraian Analisa Harga Satuan Pekerjaan Untuk 1 M² Laston
(lanjutan)

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
2e	TANDEM ROLLER	(E17)		
	Kecepatan rata-rata alat	v	2.50	Km/jam
	Lebar efektif pemadatan	b	1.20	M
	Jumlah lintasan	N	6.00	Lintasan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.65	-
	Kap. Prod./jam = $\frac{(v \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n \times t}$	Q6	325.00	M ²
	Koefisien Alat/ M ² = 1 : Q6	(E17)	0.0031	Jam
2f	PNEUMATIC TIRE ROLLER	(E18)		
	Kecepatan rata-rata	v	3.50	KM/jam
	Lebar efektif pemadatan	b	1.20	M
	Jumlah lintasan	n	8.00	Lintasan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.65	-
	Kap. Prod./jam = $\frac{(v \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n \times t}$	Q7	341.25	M ²
	Koefisien Alat/ M ² = 1 : Q7	(E18)	0.0029	Jam
2g	ALAT BANTU			
	- Rambu = 2 buah			
	- Kereta dorong = 2 buah			
	- Sekop = 3 buah			
	- Garpu = 2 buah			
3	TENAGA			
	Produksi menentukan = ASPHALT MIXING PLANT (AMP)	Q2	354.80	M ² /Jam
	Produksi AC / hari = Tk × Q2	Qt	2,483.62	M ²
	Kebutuhan tenaga :			
	- Pekerja	P	10.00	Orang
	- Mandor	M	1.00	Orang
	Koefisien Tenaga/ M ²			
	- Pekerja = (Tk × P) / Qt	(L01)	0.0282	Jam
- Mandor = (Tk × M) / Qt	(L03)	0.0028	Jam	

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Pada tabel 2.12 ini disajikan data bahan untuk contoh perhitungan harga satuan 1m³ untuk Laston.

Tabel 2.12. Analisa Harga Satuan Bahan Untuk 1 M² Laston

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Asumsi			
* Tebal Lapis (AC) Padat	t	0,04	m
* Faktor Kehilangan Material			
- Agregat	Fh1	1,1	-
- Asphalt	Fh2	1,05	-
Komposisi AC (Spesifikasi):			
- Coarse Agregat 45% - 62%	CA	56,5	%
- Fine Agregat 35% - 47%	FA	35	%
- Fraksi Filler 2,0%	FF	2	%
- Aspal 4,3% - 7%	As	6,5	%
Berat Jenis Bahan :			
- AC	D1	2,29	ton/ M ³
- Coarse Agregat & Fine Agregat	D2	1,4	ton/ M ³
- Fraksi Filler	D3	2	ton/ M ³
- Asphalt	D4	1,03	ton/ M ³

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan pemakaian bahan untuk 1 M² Laston:

- Agregat Kasar = $CA \times (D1 \times t \text{ M}^3) \times Fh1 / D2$
 $= 0,565 \times (2,29 \times 0,04) \times 1,1 / D2$
 $= 0,0407 \text{ M}^3$
- Agregat Halus = $FA \times (D1 \times t \text{ M}^3) \times Fh1 / D2$
 $= 0,35 \times (2,29 \times 0,04) \times 1,1 / 1,4$
 $= 0,0252 \text{ M}^3$
- Filler = $FF \times (D1 \times t \text{ M}^3) \times Fh1$
 $= 0,02 \times (2,29 \times 0,04) \times 1,1$
 $= 2,015 \text{ Kg}$
- Asphalt = $AS \times (D1 \times t \text{ M}^3) \times Fh2$
 $= 0,065 \times (2,29 \times 0,04) \times 1,05$
 $= 6,252 \text{ Kg}$

Pada tabel 2.13 ini disajikan data tenaga untuk contoh perhitungan harga satuan 1m³ untuk Laston.

Tabel 2.13. Analisa Harga Satuan Upah Pekerjaan Untuk 1M² Laston

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Jam kerja efektif /hari	TK	7	Jam
Produksi menentukan: Asphalt Mixing Plant (AMP)	Q2	354,80	m ² /Jam
Produksi AC /hari = TK x Q2	Qt	2.483,62	m ²
Kebutuhan tenaga:			
- Pekerja	P	10	Orang
- Mandor	M	1	Orang

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan kebutuhan pekerja untuk 1m² Laston:

- Pekerja = $(TK \times P) / Qt$
 $= (7 \times 10) / 2483.62$
 $= 0.0282 \text{ Jam}$
- Mandor = $(TK \times M) / Qt$
 $= (7 \times 1) / 2483.62$
 $= 0,0028 \text{ Jam}$

Pada tabel 2.14 ini disajikan data peralatan untuk contoh perhitungan harga satuan 1m³ untuk Laston.

Tabel 2.14. Analisa Harga Satuan Alat Untuk 1 M² Laston

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Alat			
Pneumatic Tire Roller			
- Kecepatan rata-rata	v	3,5	Km/Jam
- Lebar efektif pemadatan	b	1,2	m
- Jumlah lintasan	n	8	Lintasan
- Faktor efisiensi alat	Fa	0,65	
- Tebal lapis (AC) padat	t	0,04	m

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 1996.

Penjelasan pemakaian alat untuk 1 M² Laston:

- Kapasitas Produksi /Jam = $[(v \times 1000) \times b \times t \times Fa] / (n \times t)$
 = $[(3,5 \times 1000) \times 1,2 \times 0,04 \times 0,65] / (8 \times 0,04)$
 = 341,25 M²
- Koefisien Alat / M² = 1 / Kapasitas Produksi /Jam
 = 1 / 341.25
 = 0,0029 Jam

2.3. Bill Of Quantity

Estimasi biaya dalam suatu proyek konstruksi umumnya disajikan berbentuk *bill of quantity*. *Bill of quantity* ini adalah rencana anggaran biaya (RAB) dari masing-masing pekerjaan yang ada pada proyek konstruksi.

Lembar *bill of quantity* terdiri dari 6 kolom, yaitu :

1. Nomor item pekerjaan atau kode yang digunakan
2. Deskripsi atau uraian pekerjaan, terdiri dari :
 - a. Klasifikasi pekerjaan
 - b. Item pekerjaan
3. Satuan atau unit
4. Volume
5. Harga satuan pekerjaan
6. Jumlah (Hasil perkalian antara kuantitas dan harga satuan pekerjaan).

Berikut pada tabel 2.15. adalah contoh lembar *Bill of Quantity* :

Tabel 2.15 Contoh Lembar *Bill of Quantity*

Bill of Quantity											
No. Proyek :						Perusahaan :					
Nama Proyek :						Tanggal :					
Lokasi :						Estimator :					
Unit/Paket :						Pemeriksa :					
Lingkup Pekerjaan :						Halaman :					
Jenis Pekerjaan :						Revisi :					
No	Deskripsi /Uraian	Luas	Unit	Material		Upah		Peralatan		Harga Sat. Pek. (Rp)	Jumlah Total (Rp)
				Har. Sat (Rp)	Total (Rp)	Har. Sat. (Rp)	Total (Rp)	Har. Sat (Rp)	Total (Rp)		
Total											