

PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN VARIASI MATERIAL SUB BASE COURSE

Hari Poedjoleksono, Andi Syaiful Amal

Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Hari Poedjoleksono

Jl. Raya Tlogomas No. 246. Malang, Jawa Timur, Indonesia, telp. 0341- 463513

E-mail: andi@umm.ac.id

Abstrak

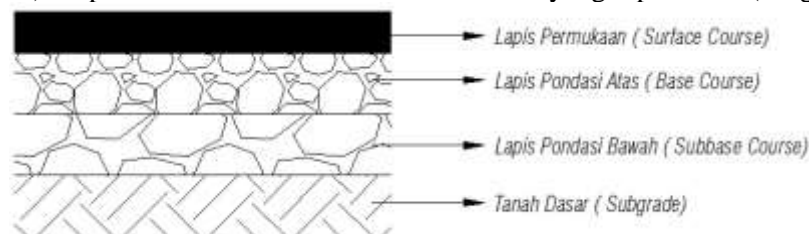
Perkembangan ekonomi yang pesat dewasa ini turut memicu perkembangan penduduk, sehingga secara tidak langsung perkembangan ini akan diikuti oleh perkembangan akan kebutuhan sarana transportasi. Tingkat pelayanan jalan yang sudah ada pada saat ini dirasakan kurang memadai, karena tingkat perkembangan lalu lintas lebih cepat dibandingkan penyediaan prasarana jalan yang ada. Dalam tulisan ini studi perhitungan tebal perkerasan lentur dengan variasi material sub base, dan studi kasus jalan Brantas kota probolinggo. Macam sub base yang dipakai adalah granular material kelas B, dan C dengan variasi CBR= 3%, 12%, 20% yang dihitung dengan metode Analisa komponen. Material sub base yang ekonomis adalah sirtu kelas C, dan apabila perlu dilakukan perbaikan sub grade yang paling ekonomis adalah meningkatkan nilai CBR subgrade sampai dengan 10% saja.

Kata kunci : CBR, Sub base, Transportasi , Sirtu

1. Pendahuluan

Jalan raya adalah salah satu dari bagian sistem transportasi yang penting dan berperan dalam perkembangan ekonomi. Jalan juga merupakan urat nadi untuk memperlancar jasa distribusi, baik lalu lintas barang, orang dan jasa. Dengan tidak lancarnya arus jasa distribusi tersebut akan menyebabkan terjadinya biaya tambahan bagi para pemakai jalan. Dalam perencanaan suatu jalan, diperlukan konstruksi yang kuat serta ekonomis. Struktur perkerasan dibuat sedemikian rupa sehingga memenuhi standar yang ada dan diperlukan adanya alternatif bahan material perkerasan sebagai perbandingan atas biaya konstruksi yang paling optimal. Menurut Clarkson H.Oglesby tahun 1999 Jalan raya adalah jalur – jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ketempat lainnya dengan mudah dan cepat[1]

Menurut Silvia Sukirman (1999) Struktur perkerasan jalan lentur dibuat secara berlapis dan terdiri atas lapisan permukaan (surface course) yaitu lapisan aus dan lapis antara[2]. Lapisan dibawahnya ialah lapisan pondasi yang terdiri dari lapisan pondasi atas (base course) dan pondasi bawah (subbase course). Lapisan ini diletakkan di atas tanah dasar yang dipadatkan (subgrade)



Gambar 1 Perkerasan lentur

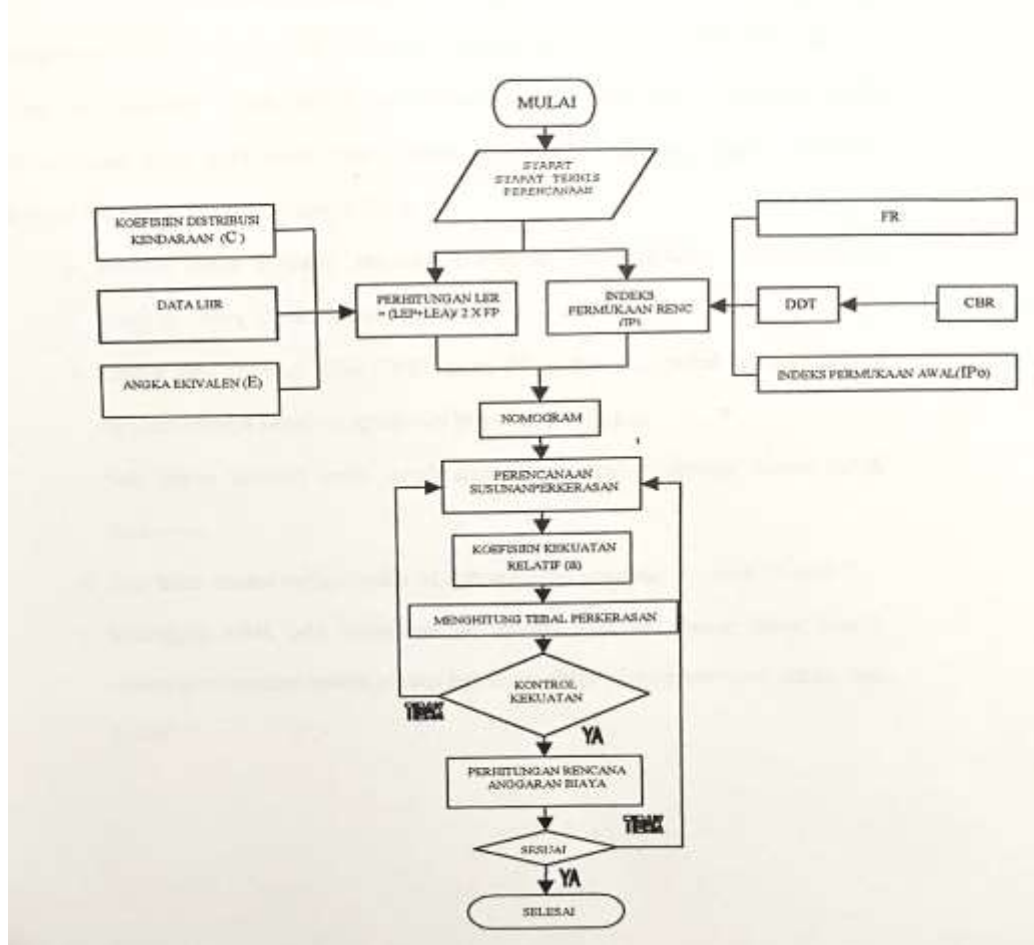
Akan tetapi untuk pemilihan material sub base pada umumnya ditentukan berdasarkan kebiasaan yang ada di lapangan tanpa melalui proses alternatif dalam perencanaannya. Seringkali pula, modifikasi atau pengalihan jenis material sub base tanpa memperhitungkan nilai ekonomisnya bahkan cenderung semakin memperbesar biaya perkerasan yang dibangun. Studi tentang penggunaan berbagai macam material sub base belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, memilih judul ini sebagai lingkup

pembahasan artikel ini, agar dapat diketahui seberapa besar pengaruh jenis material sub base tersebut terhadap biaya konstruksi perkerasan. Dengan mempelajari kejadian – kejadian diatas, maka perlu dilakukan studi tentang pemilihan material sub base yang paling ekonomis tetapi masih memenuhi persyaratan teknis yang ada.

2. Metode Penelitian

2.1 Rancangan Penelitian

Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan. Materi pokok bagian ini adalah: (1) rancangan penelitian; (2) populasi dan sampel (sasaran penelitian); (3) teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen; (4) dan teknik analisis data.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dan Sampel yang akan diambil yaitu kendaraan yang melewati Ruas jalan Brantas Kota probolinggo data lalu lintas Harian Rata – rata (LHR) tahun 2019 sebagai berikut :

Tabel 1 Populasi dan Sampel yang akan diambil

Kendaraan	Jumlah
Mobil Penumpang	1256
Cold Diesel	879
Truk 2 AS	758
Truk 4 AS	259
Trailer	153

Bus	546
Total	3851

2.3 Lingkup Instrumen

Pembatasan masalah pada artikel ini dibatasi pada perencanaan tebal perkerasan lentur dengan beberapa variasi material sub base dengan batasan – batasan sebagai berikut.

- (1) Jumlah lintas ekivalen rencana (LER) ditetapkan berdasarkan ruas jalan Brantas Kota Probolinggo.
- (2) Untuk satu macam nilai CBR tanah dasar dihitung tebal perkerasannya dengan variasi jenis material sub base yang dipakai.
- (3) Sub grade terletak pada tanah dasar asli, bukan terletak diatas tanah timbunan.
- (4) Sub base course yang dipilih adalah material granular kelas A, B dan C.
- (5) Dianggap tidak ada timbunan (leveling) sehingga tanah dasar masih mampu menerima beban akibat beban struktur perkerasan dan beban lalu lintas.

2.4 Analisis Data

Prosedur Analisis data yang diambil ialah data dari ruas jalan brantas kota probolinggo pada tahun 2019, Jadi mengamati ruas jalan tersebut dengan tingkat pertumbuhan kendaraan sebesar 5%, dengan klasifikasi kendaraan Mobil penumpang, Colt Diesel, Truk 2 AS, Truk 4 AS, Trailer, bus. Data teknis sebagai berikut :

Tabel 2 Data Teknis

Lokasi Pekerjaan	Ruas Jalan Brantas Kota Probolinggo
Pertumbuhan	5 %
Faktor Regional	1.5
Index Permukaan	1.5, >4
CBR	3%, 12%, 20%
UmurRencana	10 tahun

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian diharapkan jalan dapat memberikan kenyamanan pengemudi selama umur rencananya, sehingga dalam perencanaan tebal perkerasan perlu dipertimbangkan faktor yang dapat mempengaruhi pelayanan konstruksi jalan[3]. Rumus Menghitung Indeks Tebal Perkerasan berdasarkan (Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen 1987) sebagai berikut [4] :

$$\text{Rumus : } ITP = a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3$$

Untuk mendapatkan tebal perkerasan masing – masing lapisan dari nomogram yang ada terlebih dahulu dicari nilai ITP atau index tebal perkerasan yang besarnya tergantung dari :

- (1) Daya dukung tanah dasar (DDT)
- (2) Lintas ekivalen rencana (LER)
- (3) Faktor Regional (FR)

Keadaan dilapangan dan iklim dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Oleh sebab itu dalam perencanaan tebal perkerasan diperlukan faktor koreksi yang disebut FR [5].

3. Hasil dan Pembahasan

Data data umum yang diperoleh

- (1) Nama ruas : Jalan Brantas

- (2) Provinsi : Jawa Timur
 (3) Umurrencana : 10 Tahun
 (4) Perkembangan Lalu lintas : 5 %
 (5) Koefisien kendaraan (Cj) : 0,50

Data lalu lintas pada tahun 2019 sebagai berikut :

Tabel 3 Data lalu lintas pada tahun 2019

NO	JENIS KENDARAAN	LHR AWAL RENCANA	KETERANGAN
1.	Mobil Penumpang (Hp 1.1)	1.256	Kend. / Hari / 2 Arah
2.	Colt Diesel (1.2.1)	879	Kend. / Hari / 2 Arah
3.	Truk 2 As (1.2.H)	758	Kend. / Hari / 2 Arah
4.	Truk 4 As (1.2 + 2.2)	259	Kend. / Hari / 2 Arah
5.	Trailer (1.2 - 2.2)	153	Kend. / Hari / 2 Arah
6.	Bus (1.2)	546	Kend. / Hari / 2 Arah
	total	3.851	Kend. / Hari / 2 Arah

3.1 Perhitungan LHR

Rumus : $LHR_{Th ke -10} = Data\ LHR \times (1 + i)^n$

- (1) Mobil penumpang = $1256 \times (1 + 5)^{10} = 2.045,89$
 (2) Colt Diesel = $876 \times (1 + 5)^{10} = 1.431,80$
 (3) Truk 2 As = $758 \times (1 + 5)^{10} = 1.234,70$
 (4) Truk 4 As = $259 \times (1 + 5)^{10} = 421,88$
 (5) Trailer = $153 \times (1 + 5)^{10} = 249,22$
 (6) Bus = $546 \times (1 + 5)^{10} = 889,38$

3.2 Perhitungan Angka Ekuivalen (E), Menurut Silvia Sukirman, 1999 [3].

- (1) Mobil Penumpang (Hp 1.1)
 Sumbu depan = $2.000\ kg \times 50\% = 1000\ kg$
 Sumbu belakang = $2.000\ kg \times 50\% = 1000\ kg$

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Tahun 1987) Sumbu depan tunggal adalah sama dengan 1.000 kg dan Sumbu Belakang juga 1.000 kg dengan rincian tabel sebagai berikut [6] :

Tabel 4 Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Tahun.1987

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0557	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794

8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820

Jadi didapatkan perhitungan mobil penumpang sebagai berikut

- Sumbu depan tunggal = 1.000 kg ~ E = 0,0002
 - Sumbu belakang tunggal = 1.000 kg ~ E = 0,0002
- = 0,0004

(2) Colt Diesel (1.2 L)

- Sumbu depan = 8.300 kg x 34% = 2.822 kg
- Sumbu belakang = 8.300 kg x 66% = 5.478 kg

Dari daftar tabel 1, diinterpolasi akan didapatkan (E) Sebagai berikut :

- Sumbu depan tunggal : 2.000 kg ~ E = 0.0036
- 2.822 kg ~ E =?
- 3.000 kg ~ E = 0.0183

$$\frac{2.880 - 2.000}{3.000 - 2.822} : \frac{E - 0,0036}{0,0183 - E}$$

$$:$$

$$\frac{822}{178}$$

$$15,0426 - 822 (E) : 178 (E) - 0,6408$$

$$E : \frac{15,6834}{1000}$$

- Sumbu belakang tunggal : 5.000 kg ~ E = 0,1410
- 5.478 kg ~ E = 0,2133
- 6.000 kg ~ E = 0,292

Hasil dari perhitungan diatas menunjukkan hasil sebagai berikut :

- Sumbu depan tunggal : 2.822kg ~ E = 0.0150
 - Sumbu belakang tunggal : 5.478 kg ~ E = 0.2133
- = 0,2283

(3) Truk 2 As (1.2 H)

- Sumbu depan = 18.200 kg x 34% = 6.188 kg
- Sumbu belakang = 18.200 kg x 66% = 12.012 kg

Hasil perhitungan interpolasi diperoleh (perhitungan dilakukan sama dengan colt diesel)

- Sumbu depan tunggal = 6.188 kg ~ E = 0,3391
 - Sumbu belakang tunggal = 12.012 kg ~ E = 4,6982
- = 5,0373

(4) Truk 4 as (1.2 + 2.2)

- Sumbu depan = 31.400 kg x 18% = 5.652 kg
- Sumbu tengah = 31.400 kg x 24% = 7.536 kg
- Sumbu tengah = 31.400 kg x 24% = 7.536 kg
- Sumbu belakang = 31.400 kg x 24% = 7.536 kg

Hasil perhitungan interpolasi diperoleh (perhitungan dilakukan sama dengan colt diesel)

- Sumbu depan = 5.652kg ~ E = 0,2396
- Sumbu tengah = 7.536kg ~ E = 0,7464
- Sumbu tengah = 7.536 kg ~ E = 0,7464

- Sumbu belakang = 7.536 kg ~ E = $\frac{0,7464}{2,4788}$
- (5) Trailer (1.2 - 2.2)
- Sumbu depan = 42.000 kg x 18% = 7.560 kg
 - Sumbu belakang tunggal = 42.000 kg x 28% = 11.760 kg
 - Sumbu tengah = 42.000 kg x 27% = 11.340 kg
 - Sumbu belakang = 42.000 kg x 27% = 11.340 kg
- Hasil perhitungan interpolasi diperoleh (perhitungan dilakukan sama dengan colt diesel)

- Sumbu depan = 7.560 kg ~ E = 0,7556
- Sumbu tengah = 11.760kg ~ E = 3,8969
- Sumbu tengah = 11.340kg ~ E = 3,7696
- Sumbu belakang = 11.340kg ~ E = $\frac{3,7696}{12,1907}$

- (6) Bus (1.2)
- Sumbu depan tunggal = 9.000 kg x 34% = 3.060 kg
 - Sumbu belakang tunggal = 9.000 kg x 66% = 5.940 kg
- Hasil perhitungan interpolasi diperoleh (perhitungan dilakukan sama dengan colt diesel)
- Sumbu depan tunggal = 3.060 kg ~ E = 0,0207
 - Sumbu belakang tunggal = 5.940 kg ~ E = $\frac{0,2832}{0,3039}$

3.3 Perhitungan Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Rumus : $LEP = LHR \text{ awal} \times C_j \times E_j$

- Mobil penumpang = 1.256 x 0,50 x 0,0004 = 0,2512
 - Colt Diesel = 879 x 0,50 x 0,2283 = 100,3379
 - Truk 2 as = 758 x 0,50 x 5,0373 = 1.909,1367
 - Truk 4 as = 259 x 0,50 x 2,4788 = 321,0046
 - Trailer = 153 x 0,50 x 12,1907 = 932,5886
 - Bus = 546 x 0,50 x 0,3039 = 82,9647
- 3346,2837

3.4 Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah (LEA)

Rumus : $LEA = LHR \text{ Th ke } 10 - C_j \times E_j$

- Mobil penumpang = 2.045,89 x 0,50 x 0,0004 = 0.4092
 - Colt Diesel = 1.431,80 x 0,50 x 0,2283 = 163,4400
 - Truk 2 as = 1.234,70 x 0,50 x 5,0373 = 3.109,7772
 - Truk 4 as = 421,88 x 0,50 x 2,4788 = 522,8781
 - Trailer = 249,22 x 0,50 x 12,1907 = 1.519,0831
 - Bus = 889,38 x 0,50 x 0,3039 = 135,1413
- 5.450,7289

3.5 Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Rumus : $LET = 1/2(LEP + LEA)$

- Mobil penumpang = $\frac{1}{2} (0,2512 + 0,4092)$ = 0,2512
 - Colt Diesel = $\frac{1}{2} (100,3379 + 163,4400)$ = 100,3379
 - Truk 2 as = $\frac{1}{2} (1.909,1367 + 3.109,7772)$ = 1.909,1367
 - Truk 4 as = $\frac{1}{2} (321,0046 + 522,8781)$ = 421,9414
 - Trailer = 153 x 0,50 x 12,1907 = 1.225,8359
 - Bus = 546 x 0,50 x 0,3039 = 82,9647
- 4.398,5065

3.6 Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Rumus : $LER = LET \text{ } 10 \times UR/10$

- Mobil penumpang = 0,3302 x 10/10 = 0,2512
- Colt Diesel = 131,8890 x 10/10 = 100,3379
- Truk 2 as = 2.509,4570 x 10/10 = 1.909,1367
- Truk 4 as = 421,9414 x 10/10 = 421,9414

- Trailer	= 1.225,8359 x 10/10	= 1.225,8359
- Bus	= 109,053 x 10/10	= 109,053
		<u>4.398,5065</u>

Tabel 5 Rekapitulasi Hitungan

NO	JENIS KENDARAAN	LHR AWAL RENCANA	LHR TH. KE-10	E	LEP	LEA	LET	LER
1.	Mobil	1.256	2.045,89	0,0004	0,2512	0,40992	0,3302	0,3302
2.	Penumpang	879	1.431,80	0,2283	100,3379	163,4400	131,8890	131,8890
3.	(ltp.1.1)	758	1.234,702	5,0373	1.909,1367	3.109,7772	2.509,4570	2.509,4570
4.	Colt Diesel	259	421,88	2,4788	321,0046	522,8781	421,9414	421,9414
5.	(1.2.1)	153	249,22	12,1907	932,5886	1.519,0831	1.225,8359	1.225,8359
6.	Truk 2 As (1.2.H)	546	889,38	0,3039	82,9647	135,1413	109,053	109,053
	Truk 4 As (1.2 + 2.2)							
	Trailer (1.2 - 2.2)							
	Bus (1.2)							
	total	3.851	6.272,87		3.346,2837	5.450,7289	4.398,5065	4.398,5065

3.7 Merencanakan perkerasan

$$ITP = a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3$$

Koefisien kekuatan relatif (a) untuk masing – masing lapisan jalan berdasarkan (Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen Tahun. 1987) sebagai berikut[7] :

- Lapis permukaan laston $a^1= 0,35$
- Base batu pecah kelas A $a^2 = 0,14$
- Sub base Sirtu kelas A $a = 0,13$
- Sirtu kelas B $a = 0,12$
- Sirtu Kelas C $a = 0,11$

Menentukan ITP dengan Nomogram

Berdasarkan nilai :

- LER = 4.398,5065
- FR = 1,5
- IPt = 2,5
- Ipo = >4

3.8 Menghitung tebal lapis permukaan (surface course)

- Lapis Permukaan (surface course), direncanakan menggunakan laston.
- Lapis pondasi atas (base course), direncanakan menggunakan batu pecah dengan nilai CBR 100%

Dari gambar Nomogram (korelasi DDT dan CBR) akan diperoleh :

$$DDT = 10,5 , ITP_1 = 6,2 , LER = 4.398,5065 , FR = 1,5$$

$$\text{Maka : } ITP_1 = a_1 \cdot D1$$

$$6,2 = 0,35 \cdot D1$$

$$D1 = 17,70 \text{ cm (Tebal lapis permukaan)}$$

3.9 Menghitung Tebal Lapis Pondasi Atas (Base Course)

Direncanakan lapis pondasi bawah / sub grade, menggunakan sirtu dengan nilai CBR 70%.

Dari gambar Nomogram (korelasi DDT dan CBR) akan diperoleh :

$$\text{DDT} = 9,6, \text{ ITP}_2 = 6,5, \text{ LER} = 4.398,5065$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_2 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 \\ 6,5 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot D2 \\ D2 &= 2,20 \text{ cm (Dari daftar VIII, diambil tebal min Lapisan pondasi atas} \\ &= 20 \text{ cm)} \end{aligned}$$

3.10 Sub base granular material (sirtu kelas A)

$$\begin{aligned} \text{Subgrade CBR 3\% : - DDT} &= 3,8 \\ \text{ITP}_3 &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 15 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,13 \cdot D3 \\ D3 &= 46,20 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Subgrade CBR 12\% : - DDT} &= 6,4 \\ \text{ITP}_3 &= 10,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 10,8 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,13 \cdot D3 \\ D3 &= 13,90 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Subgrade CBR 20\% : - DDT} &= 7,4 \\ \text{ITP}_3 &= 9,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 9,5 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,13 \cdot D3 \\ D3 &= 3,9 \text{ cm (diambil tebal minimum lapis pondasi bawah 10 cm)} \end{aligned}$$

3.11 Sub base granular material (sirtu kelas B)

$$\begin{aligned} \text{Subgrade CBR 3\% : - DDT} &= 3,8 \\ \text{ITP}_3 &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 15 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot D3 \\ D3 &= 50 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Subgrade CBR 12\% : - DDT} &= 6,4 \\ \text{ITP}_3 &= 10,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 10,8 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot D3 \\ D3 &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sub grade CBR 20\% : - DDT} &= 7,4 \\ \text{ITP}_3 &= 9,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 9,5 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot D3 \\ D3 &= 4,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.12 Sub base granular material (sirtu kelas C)

$$\begin{aligned} \text{Sub grade CBR 3\% : - DDT} &= 3,8 \\ \text{ITP}_3 &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 15 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,11 \cdot D3 \\ D3 &= 54,60 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sub grade CBR 12\% : - DDT} &= 6,4 \\ \text{ITP}_3 &= 10,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 10,8 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,11 \cdot D3 \\ D3 &= 16,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

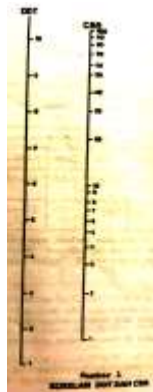
$$\begin{aligned} \text{Sub grade CBR 20\% : - DDT} &= 7,4 \\ \text{ITP}_3 &= 9,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : ITP}_3 &= a_1 \cdot D1 + a_2 \cdot D2 + a_3 \cdot D3 \\ 9,5 &= 0,35 \cdot 17,70 + 0,14 \cdot 20 + 0,11 \cdot D3 \\ D3 &= 4,6 \text{ cm (diambil tebal minimum lapis pondasi bawah 10 cm)} \end{aligned}$$

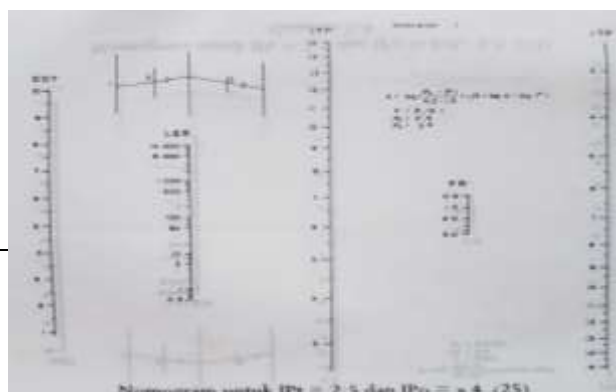
Maka dari perhitungan diatas dapat dibuat table sebagai berikut :

Tabel 6 Perhitungan Tebal Sub Base

NO	Nilai CBR (%)	NIL AI DDT	NIL AI TTP	TEBAL SUB BASE (CM) - Harga Satuan Rp./(M3)								
				SIRT U A	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)	SIRT U B	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)	SIRT U C	Harga (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	3	3,8	15,0	0,462	314.300	145.206,60	0,50	275.700	128.850,00	0,546	228.000	124.488,00
2	12	6,4	10,8	0,139	314.300	43.687,70	0,15	275.700	38.650,00	0,164	228.000	37.392,00
3	20	7,4	9,5	0,039	314.300	12.257,70	0,042	275.700	10.823,40	0,046	228.000	10.488,00



Gambar 3 Korelasi DDT Dan CBR



Gambar 4 Korelasi DDT Dan CBR

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa tebal sub base adalah berbeda – beda tergantung pada nilai CBR subgrade walaupun perhitungan tersebut berdasarkan Jenis dan tebal lapisan surface yang sama, komposisi lalu lintas yang sama, angka pertumbuhan lalu lintas yang sama, umur rencana yang sama, faktor regional yang sama. Untuk nilai CBR subgrade 3% perbedaan tebal sub base cukup signifikan, apabila dibandingkan dengan sub base untuk CBR subgrade 12%, 20%. Untuk subgrade 20% didapatkan tebal sub base minimum, Perbedaan biaya sub base cukup besar untuk nilai CBR 3% dengan nilai CBR 12% dan 20%, dari perhitungan biaya material sub base course yang paling ekonomis adalah Granular sirtu kelas C, bila dilakukan perbaikan subgrade yang paling ekonomis adalah meningkatkan CBR nya sampai dengan 10% saja.

Daftar Pustaka

- [1] Clarkson H, Oglesby, 1999, Teknik Jalan Raya Jilid 1, Gramedia, Jakarta
- [2] Departemen pekerjaan umum , Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SK-2.3.26.1987, Yayasan Badan Penerbit PU.
- [3] Silvia Sukirman. 1999, Perkerasan Lentur Jalan raya, Penerbit Nova bandung.
- [4] Silvia Sukirman. 2010, Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, Penerbit Nova Bandung.
- [5] Hendarsin, Shirley L. Penuntun Praktis Perencanaan Teknis Jalan Raya, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2000.
- [6] Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997.
- [7] Tamin, Ofyar Z. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, ITB Bandung, 1997