

KAJIAN PENGARUH NILAI CBR SUBGRADE TERHADAP TEBAL PERKERASAN JALAN (Studi Komparasi CBR Kecamatan Nisam Antara, Kecamatan Sawang dan Kecamatan Kuta Makmur)

Said Jalalul Akbar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Email: jaakidani@gmail.com

Abstrak

Tanah dasar (subgrade) merupakan salah satu faktor yang sangat berperan dalam menentukan ukuran ketebalan dari lapis pekerasan. Tanah dasar pada setiap lokasi tidak sama dan sangat variatif tergantung dari spesifikasi tanah pada daerah tersebut. Semakin bagus kualitas tanah pada sebuah daerah maka semakin tinggi pula nilai CBR tanah tersebut. Penelitian ini ingin melihat sejauh mana perbedaan ukuran tebal perkerasan dengan menggunakan nilai CBR dari masing-masing lokasi yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam melakukan perencanaan-perencanaan tebal lapis perkerasan nantinya. Dari hasil pengujian di lapangan diperoleh nilai rerata CBR dari masing-masing lokasi adalah Kecamatan Nisam Antara 38,94%, Kecamatan Sawang 38,80% dan Kecamatan Kuta Makmur 51,58%. Berdasarkan hasil perhitungan didapat tebal lapis permukaan untuk Kecamatan Nisam Antara sebesar 2 cm, lapis pondasi atas 20 cm dan lapis pondasi bawah 10 cm. Untuk Kecamatan Sawang tebal lapis permukaan 2,3 cm, lapis pondasi atas 20 cm dan lapis pondasi bawah 10 cm, sementara untuk Kecamatan Kuta Makmur tebal lapis permukaan 1,5 cm, lapis pondasi atas 20 cm dan lapis pondasi bawah 10 cm, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai CBR Kecamatan Kuta Makmur merupakan nilai CBR terbaik dari ketiga lokasi tersebut dan memberi pengaruh yang signifikan terhadap tebal perkerasan sehingga lapis permukaan menjadi lebih tipis sehingga apabila dikonversi terhadap harga pengerjaannya menjadi lebih murah dan efisien

Kata kunci: *CBR, Subgrade, Tebal Perkerasan Jalan*

1. Pendahuluan

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah asli, permukaan galian, atau permukaan tanah timbunan yang merupakan permukaan untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Fungsi tanah dasar adalah menerima tekanan akibat beban lalu lintas yang ada di atasnya oleh karena itu tanah dasar harus mempunyai kapasitas daya dukung yang optimal sehingga mampu menerima gaya akibat beban lalu lintas tanpa mengalami kerusakan (Wasis et al, 2012)

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi yang sangat dipengaruhi oleh *bearing capacity* subgrade. Semakin tinggi nilai *bearing capacity* subgrade maka akan semakin tipis tebal lapis perkerasan di atasnya. Indikator *bearing capacity* ditunjukkan dari besarnya nilai *Capacity Bearing Ratio* (CBR). Nilai CBR subgrade dari berbagai daerah sangat variatif tergantung dari spesifikasi tanah pada daerah tersebut. Nilai CBR subgrade di kecamatan Nisam Antara dan nilai CBR subgrade di kecamatan Sawang serta nilai CBR subgrade di kecamatan Kuta Makmur adalah bervariasi, pada penelitian ini ingin diketahui seberapa besar

pengaruh dari Nilai CBR tersebut terhadap lapis perkerasan jalan di daerah masing-masing dan akan dikomparasi besarnya tebal perkerasan tersebut. Dari karakteristik jenis tanah yang berbeda akan dilihat pengaruhnya sesuai dengan literatur yang ada. Penelitian ini menggunakan data CBR lapangan di mana menurut SNI 03-1738-1989 bahwa pengujian ini dimaksudkan untuk CBR (California Bearing Ratio) langsung di tempat (in place) atau bila diperlukan dapat dilakukan dengan mengambil contoh asli tanah dengan cetakan CBR (undisturb). CBR lapangan adalah perbandingan antara beban penterasi suatu lapis/bahan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan dari ketiga CBR tersebut sesuai dengan karakteristik subgrade masing-masing dan nantinya dapat digunakan sebagai referensi dalam menentukan tebal perkerasan jalan yang pada daerah lain yang berkesesuaian dengan karakteristik tanahnya.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Kepadatan dan Daya Dukung Tanah

Menurut Sukirman (1999), beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapis perkerasan melalui roda-roda kendaraan selanjutnya disebarkan ke lapisan-lapisan di bawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapis perkerasan tetapi juga tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase dan lain-lain.

Daya dukung tanah dasar (DDT), adalah merupakan salah satu parameter yang dipakai dalam nomogram penetapan indeks tebal perkerasan (ITP). Nilai daya dukung tanah dasar didapat dari hasil grafik korelasi CBR tanah dasar terhadap DDT, secara analitis nilai DDT dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Sukirman, 1999):

$$DDT = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \dots \dots \dots (1)$$

di mana :

DDT = daya dukung tanah dasar

CBR = Nilai CBR tanah dasar

Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan pemeriksaan kepadatan standard (Standard Proctor) sesuai dengan AASHTO T99-74 atau PB-0111, atau dengan menggunakan pemeriksaan kepadatan berat (Modified Proctor) sesuai AASHTO T180-7 atau PB-0112-76. Daya dukung tanah dasar pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highway* pada tahun 1928 (Sukirman, 1999)

Sukirman (2003), menyatakan bahwa tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar tanah asli, tanah dasar tanah galian, atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan. Di atas lapis tanah dasar diletakkan lapis struktur perkerasan lainnya, oleh karena itu mutu daya dukung tanah dasar ikut mempengaruhi mutu jalan secara keseluruhan. Berbagai parameter digunakan

sebagai penunjuk mutu daya dukung tanah dasar seperti *California Bearing Ratio* (CBR), modulus resilient (MR); penetrometer konus dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*), atau modulus reaksi tanah dasar (k). Pemilihan parameter mana yang akan digunakan, ditentukan oleh kondisi tanah dasar yang direncanakan dan metode perencanaan tebal perkerasan yang akan dipilih.

2.2 Penentuan CBR

Alamsyah (2001), menyatakan bahwa metode ini mula-mula diciptakan oleh O.J. porter, kemudian kemudian dikembangkan oleh *California State Highway Department*, tetapi kemudian dikembangkan dan dimodifikasi oleh corps insinyur tentara Amerika serikat (*U.S. Army Corps of Engineers*). Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris (*empirical design charts*) untuk menentukan tebal lapis perkerasan. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan raya dan lapangan terbang. Tebal bagian perkerasan ditentukan oleh nilai CBR. CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standart (*standart load*) dan dinyatakan dalam persentase.

Menurut Sukirman (1999), alat percobaan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch². Piston digerakkan kecepatan 0,05 inch/menit, vertikal ke bawah. Proving ring digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Pengujian CBR di laboratorium mengikuti SNI -03-1744 atau AASHTO T193.

2.3 CBR Lapangan

Sukirman (1999) menyatakan bahwa CBR Lapangan sering disebut CBR in-place atau field CBR yang gunanya untuk :

1. Mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu namun digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan yang lapis tanahnya dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.
2. Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan untuk tujuan ini tidak umum digunakan, lebih sering menggunakan pemeriksaan yang lain seperti sand cone dan lain-lain.

Sukirman (2003), CBR lapangan, dikenal juga dengan nama CBR *inplace* atau *field* CBR, adalah pengujian CBR yang dilaksanakan langsung dilapangan, di lokasi tanah dasar rencana. Prosedur pengujian mengikuti SNI 03-1738 atau ASTM D 4429. CBR lapangan digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar dimana tanah dasar direncanakan tidak lagi mengalami proses pemadatan atau peningkatan daya dukung tanah sebelum lapis pondasi dihampar dan pada saat pengujian tanah dasar dalam kondisi jenuh. Dengan kata lain perencanaan tebal perkerasan dilakukan berdasarkan kondisi daya dukung tanah dasar pada saat pengujian CBR lapangan itu. Pengujian dilakukan dengan meletakkan piston pada elevasi dimana nilai CBR hendak diukur, lalu dipenetrasi

dengan menggunakan beban yang di limpahkan melalui gandar truk ataupun alat lainnya dengan kecepatan 0,05 inci/menit. CBR ditentukan sebagai hasil perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi 0,1 atau 0,2 inci benda uji dengan beban standar.

2.4 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Menurut Sukirman (1999), menyatakan lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*subgrade*). Lapis permukaan (*surface course*) adalah bagian perkerasan jalan paling atas, lapis tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Lapis perkerasan menahan beban roda.
- b. Lapis kedap air
- c. Lapis aus, lapis yang langsung menderita gesekan akibat roda kendaraan.
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapis lain yang mempunyai daya dukung lebih jelek.

Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapis dapat bersifat kedap air dan memberikan bantuan tegangan tarik yang berarti mempertinggi daya dukung lapis terhadap beban roda lalu lintas. Jenis lapis permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

- a. Penetrasi Macadam (Lapen)
- b. Lasbutag (Lapis Tanah Galian)
- c. Laston (lapis aspal beton)

5

2.4.1 Lapis pondasi atas (*base course*)

Lapis pondasi atas adalah lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Fungsi lapis pondasi atas adalah:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapis dibawahnya.
- b. Lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapis permukaan.

2.4.2 Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis pondasi bawah adalah lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai:

- a. Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Efisiensi Penggunaan material.
- c. Lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- d. Lapis untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

2.4.3 Lapis tanah dasar (*subgrade*)

Lapis tanah dasar adalah lapis tanah setebal 50-100 cm yang di atasnya akan diletakkan lapis pondasi bawah. Lapis tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Guna

dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan lentur haruslah memenuhi persyaratan lalu lintas dan struktural. Perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata-rata, permukaan yang rata menghasilkan jalan pesawat (kendaraan) yang stabil dan ditinjau dari fungsinya harus dijamin bahwa tiap-tiap lapis dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami perubahan karena tidak mampu menahan beban (Ashford dan Wright, 1979).

Basuki (1986), menyebutkan bahwa sejarah Metode CBR pertama-tama dipakai oleh Badan California Division Of Highway, Bina Marga negara bagian California di Amerika pada tahun 1928, orang yang banyak menghasilkan metode ini bernama Q.J. PORTER. Karena cepat dan sederhananya metode ini lalu diambil oleh Corps Of Engineer Angkatan Darat Amerika, beberapa saat setelah perang Dunia ke II. Kebutuhan mendesak sesudah perang Dunia ke II, untuk membangun lapangan terbang, jalan-jalan raya, tanpa ditunda-tunda. Maka Angkatan Darat Amerika mengambil metode yang sederhana dan cepat ini, sebab saat itu belum ada metode yang tersedia spesifik untuk perkerasan lapangan terbang.

2.5 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Sukirman (2003), menyatakan bahwa rumus dasar metode SNI 1732-1989-F mengacu kepada rumus AASHTO'72, kemudian dimodifikasi untuk Indonesia. Dengan demikian bentuk formula tersebut diubah untuk metode SNI 1732- 1989-F menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Log}(LER \times 3650) = & 9,36 \log\left(\frac{ITP}{2,54} + 1\right) - 0,20 + \frac{G_t}{0,40 + \frac{1094}{\left(\frac{ITP}{2,54} + 1\right)^{5,19}}} \dots \quad (2) \\ & + \log\left(\frac{1}{FR}\right) + 0,372(DDT - 3,0) \end{aligned}$$

di mana :

LER = Lintas Ekuivalen Rencana
 3650 = Jumlah hari dalam 10 tahun
 ITP = Indeks Tebal Perkerasan
 DDT = Daya Dukung Tanah Dasar
 FR = Faktor Regional
 $G_t = \text{Log} \frac{(IP_0 - IP_t)}{(4,2 - 1,5)}$

ITP adalah angka yang menunjukkan nilai struktural perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapis dengan mutu yang berbeda. Oleh karena itu untuk menentukan ITP diperlukan koefisien relatif sehingga tebal perkerasan setiap lapis setelah dikalikan dengan koefisien relatif dapat dijumlahkan. ITP dihitung dengan rumus di bawah ini (Sukirman, 2003).

$$\overline{ITP} = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

di mana :

- $\overline{ITP}$ = Indeks Tebal Perkerasan
- a_1 = koefesien kekuatan relatif lapis permukaan
- a_2 = koefesien kekuatan relatif lapis pondasi
- a_3 = koefesien kekuatan relatif lapis pondasi bawah
- D_1 = Tebal lapis permukaan
- D_2 = Tebal lapis pondasi
- D_3 = Tebal lapis pondasi bawah

3. Metode Penelitian

Nilai CBR yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai CBR lapangan (CBR *inplace* atau *field* CBR) yang berarti pengujian nilai CBR langsung dilakukan di lapangan. Lokasi penelitian dilakukan pada tiga tempat yaitu kecamatan Nisam Antara, Sawang dan Kuta Makmur kabupaten Aceh Utara, hal tersebut sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini.

Data nilai CBR lapangan diambil dengan menggunakan alat pengujian CBR lapangan. Pengujian dilakukan dengan meletakkan piston pada elevasi di mana nilai CBR hendak diukur, lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang di limpahkan melalui gandar truk dengan kecepatan 0,05 inci/menit. Jumlah titik pengujian pada masing-masing lokasi bervariasi sesuai dengan panjang jalan yang direncanakan. Untuk kecamatan Nisam Antara dengan panjang jalan 5300 m jumlah titik pengujian 54 titik, kecamatan Sawang dengan panjang jalan 4750 m jumlah titik pengujian 48 titik dan Kecamatan Kuta Makmur dengan panjang jalan 4445 m jumlah titik pengujian 45 titik.

Sebagai data lalu lintas dalam menyelesaikan perhitungan tebal perkerasan digunakan data dari hasil asumsi. Hal tersebut dikarenakan sebagai subjek dalam penelitian ini adalah nilai CBR lapangan sedangkan data lalulintas hanya sebagai data pendukung dalam menyelesaikan perhitungan dengan menggunakan metode SNI 1782-1989-F atau dikenal dengan nama metode analisa komponen. Demikian pula data-data lain yang diperlukan

Data nilai CBR hasil pengujian langsung di lapangan per-titik pengujian direkapitulasi dengan tabel rekap data untuk masing-masing lokasi. Melalui data tersebut akan dilihat nilai CBR maksimum dan minimum serta dihitung nilai CBR rata-rata untuk masing-masing lokasi pengujian. Selajutnya dilakukan perhitungan nilai variabel lainnya melalui data lalu lintas hasil asumsi. Diantara variabel tersebut adalah Lintas ekivalen permulaan (LEP), Lintas ekivalen akhir (LEA), Lintas ekivalen tengah dan Lintas ekivalen rencana (LER).

Berdasarkan nilai CBR yang digunakan sebagai nilai CBR disain dalam melakukan perhitungan tebal perkerasan ditentukan nilai daya dukung tanah dasar melalui grafik korelasi DDT dan CBR. Kemudian dilakukan perhitungan terhadap variabel-variabel lain yang diperlukan sehingga diperoleh nilai masing-masing tebal lapis perkerasan pada akhir dari perhitungan. Hasil perhitungan tebal lapis

perkerasan yang telah didapatkan untuk masing-masing lokasi kemudian dibuatkan dalam bentuk tabel agar mudah dalam melihat variasi perbandingan dari masing-masing lapis tebal perkerasan tersebut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Berdasarkan data Nilai CBR pada masing-masing lokasi akan dilakukan analisis terhadap masing-masing tebal perkerasan. Data CBR rerata pada masing-masing lokasi seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data CBR rerata pada masing-masing Lokasi

No	STA/KM	NISAM ANTARA	SAWANG	KUTA MAKMUR
1	0 + 000	35,50	35,50	58,00
2	0 + 100	36,50	36,50	52,50
3	0 + 200	37,50	37,50	52,25
4	0 + 300	40,25	40,25	50,50
5	0 + 400	39,25	39,25	67,50
6	0 + 500	41,25	41,25	49,50
7	0 + 600	42,50	42,50	59,75
8	0 + 700	40,00	40,00	50,25
9	0 + 800	36,25	36,25	49,25
10	0 + 900	37,00	37,00	48,75
11	1 + 000	35,00	35,00	58,75
12	1 + 100	36,00	36,00	49,00
13	1 + 200	37,25	37,25	46,50
14	1 + 300	38,25	38,25	45,25
15	1 + 400	39,00	39,00	43,75
16	1 + 500	41,00	41,00	68,75
17	1 + 600	42,25	42,25	37,50
18	1 + 700	43,50	43,50	42,00
19	1 + 800	42,50	42,50	42,50
20	1 + 900	40,50	40,50	40,50
21	2 + 000	42,00	42,00	67,50
22	2 + 100	37,50	37,50	46,25
23	2 + 200	36,25	36,25	51,25
24	2 + 300	36,00	36,00	50,00
25	2 + 400	37,00	37,00	49,00
26	2 + 500	37,50	37,50	68,25
27	2 + 600	38,50	38,50	49,75
28	2 + 700	40,00	40,00	56,50
29	2 + 800	42,25	42,25	54,50
30	2 + 900	43,25	43,25	55,00
31	3 + 000	42,50	42,50	70,00
32	3 + 100	41,75	41,75	55,00
33	3 + 200	38,00	38,00	42,50
34	3 + 300	38,00	37,00	41,75
35	3 + 400	37,00	35,25	43,25
36	3 + 500	36,00	36,00	60,75

37	3 + 600	38,75	38,75	46,75
38	3 + 700	37,50	37,50	47,50
39	3 + 800	36,50	36,50	48,75
40	3 + 900	42,75	42,75	50,00
41	4 + 000	42,00	42,00	62,50
42	4 + 100	40,75	40,75	47,50
43	4 + 200	39,75	39,75	47,25
44	4 + 300	38,75	38,75	48,25
45	4 + 400	37,00	37,00	48,75
46	4 + 500	35,00	35,00	
47	4 + 600	36,00	36,00	
48	4 + 700	35,75	35,75	
49	4 + 800	37,00		
50	4 + 900	38,75		
51	5 + 000	37,75		
52	5 + 100	40,00		
53	5 + 200	41,25		
54	5 + 300	42,50		
CBR Rerata(%)		38,94	38,80	51,58

Perhitungan tebal lapis perkerasan menggunakan metode SNI 1732-1989-F atau dikenal juga dengan nama metode analisa komponen yang mengacu pada metode AASHTO 1972. Jalan yang direncanakan untuk lalu lintas tinggi dengan nilai LHR pada awal umur rencana 1689,7 kendaraan/hari/2 jurusan. Jalan direncanakan untuk 20 tahun (umur rencana), sehingga besarnya nilai LHR pada tahun ke 20 dengan perkembangan lalu lintas untuk 20 tahun diasumsikan 6% adalah 5419,10 kendaraan/hari/2 jurusan

Dari hasil perhitungan didapat besarnya nilai lintas ekuivalen permulaan (LEP) 88,643, lintas ekuivalen akhir (LEA) 248,297, lintas ekuivalen tengah (LET) 186 dan lintas ekuivalen rencana (LER) 372. Adapun bahan perkerasan yang digunakan asbuton (MR 744), batu pecah (CBR 100) dan sirtu (CBR 50). Hasil perhitungan Indeks Tebal Perkerasan diperlihatkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Indeks Tebal Perkerasan

No	Lokasi	CBR rerata (%)	DDT	LER	F	Nilai ITP
1	Nisam Antara	38,94	8,70	372	1	4,70
2	Sawang	38,80	8,60	372	1	4,80
3	Kuta Makmur	51,58	9,10	372	1	4,50

Berdasarkan nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) pada Tabel 2 diatas selanjutnya dilakukan perhitungan tebal perkerasan untuk masing-masing lapis perkerasan. Hasil perhitungan diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tebal lapis permukaan berdasarkan tebal minimum lapis pondasi

Lokasi	CBR Rerata (%)	Tebal Perkerasan			Keterangan
		Lapis Pondasi Bawah (D3)	Lapis Pondasi Atas (D2)	Lapis Permukaan (D1)	
Kec. Nisam Antara	38,94	10	20	2,0	Min. (D1) 5 cm
Kec. Sawang	38,80	10	20	2,3	Min. (D1) 5 cm
Kec. Kuta Makmur	51,58	10	20	1,5	Min. (D1) 5 cm

Pada perhitungan di atas lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah diambil nilai ketebalan minimum dari masing-masing lapisan sesuai syarat yang telah ditetapkan dalam Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Nomor 01/PD/B/1983 yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Sedangkan lapis permukaan merupakan variabel yang dicari (tidak diketahui) pada perhitungan tersebut. Jika lapis pondasi bawah sebagai variabel yang tidak diketahui maka hasil perhitungan tebal lapis perkerasan menjadi seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tebal lapis pondasi bawah berdasarkan tebal minimum lapis pondasi atas dan tebal minimum lapis permukaan

Lokasi	CBR Rerata (%)	Tebal Perkerasan			Keterangan
		Lapis Pondasi Bawah (D3)	Lapis Pondasi Atas (D2)	Lapis Permukaan (D1)	
Kec. Nisam Antara	38,94	1,30	20	5	Min. (D3) 10 cm
Kec. Sawang	38,8	2,10	20	5	Min. (D3) 10 cm
Kec. Kuta Makmur	51,58	-0,50	20	5	Min. (D3) 10 cm

4.2 Pembahasan

Berdasarkan Tabel 1 di atas terlihat bahwa nilai CBR dari masing-masing lokasi dapat dinyatakan memiliki nilai CBR yang baik, dan diantara ketiga nilai tersebut dapat dinyatakan bahwa kecamatan Kuta Makmur memiliki nilai terbaik (tertinggi). Berdasarkan nilai CBR tersebut diperlihatkan pada Tabel 3 di atas bahwa hasil perhitungan tebal lapis perkerasan untuk masing-masing lokasi, kecamatan Kuta makmur yang memiliki nilai lapis perkerasan yang paling efisien (lapis permukaan/D₁) yang berarti sesuai dengan besarnya nilai CBR yang diperoleh. Pada Tabel 4 perhitungan tebal lapis perkerasan dilakukan dengan cara nilai lapis permukaan dan nilai lapis pondasi atas diketahui yaitu diambil nilai ketebalan minimum dari masing-masing lapis sesuai syarat yang diizinkan. Sedangkan yang dicari (belum diketahui) nilai lapis pondasi bawah. Hasil perhitungan pada Tabel 3 (D₁) dan Tabel 4 (D₃) di atas, lapis perkerasan yang merupakan variabel yang dicari kemudian diambil nilai minimum yang diizinkan (digenapkan minimum 5 cm) sesuai syarat yang telah ditetapkan.

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa peran nilai CBR tanah dasar sangatlah berpengaruh dalam menentukan tebal lapis perkerasan. Hal tersebut diperlihatkan dari hasil tebal perkerasan yang diperoleh yaitu semua lapis yang

dicari (variabel yang tidak diketahui) hasilnya diperoleh di bawah ketebalan minimum yang disyaratkan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dari hasil variasi nilai CBR dalam menentukan tebal perkerasan jalan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah titik pengujian nilai CBR Kecamatan Nisam Antara 54 titik, Kecamatan Sawang 48 titik dan Kecamatan Kuta Makmur 45 titik. Rerata dari masing-masing nilai tersebut adalah Kecamatan Nisam Antara 38,94 %, Kecamatan Sawang 38,80 % dan Kecamatan Kuta Makmur 51,58 %.
2. Dari hasil perhitungan diperoleh tebal perkerasan untuk masing-masing lokasi adalah Kecamatan Nisam Antara tebal lapis permukaan (D_1) sebesar 2 cm, lapis pondasi atas (D_2) sebesar 20 cm dan lapis pondasi bawah (D_3) sebesar 10 cm. Kecamatan Sawang tebal lapis D_1 sebesar 2,3 cm, D_2 sebesar 20 cm dan D_3 sebesar 10 cm. Kecamatan Kuta Makmur tebal lapis D_1 sebesar 1,5 cm, D_2 sebesar 20 cm dan D_3 sebesar 10 cm. Untuk semua tebal lapis permukaan (D_1) pada ketiga lokasi digunakan nilai tebal minimum yang di izinkan yaitu 5 cm.
3. Nilai CBR tertinggi pada kecamatan Kuta Makmur memberi pengaruh yang signifikan terhadap tebal perkerasan sehingga lapis permukaan menjadi lebih tipis dan apabila dikonversi terhadap harga pengerjaannya menjadi lebih murah dan efisien

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat diberikan saran-saran berupa rekomendasi bagi para perencana bahwa dalam melakukan perencanaan tebal perkerasan jalan hendaknya memperhatikan lapis tanah dasar (*subgrade*) dan memberi perkuatan melalui nilai CBR dan jika diperlukan maka dapat melakukan stabilisasi tanah dasar agar nilai CBR menjadi meningkat dan lapis permukaan menjadi lebih tipis serta lebih murah untuk efisiensi pembangunannya.

Daftar Kepustakaan

1. Alamsyah, A.A, 2001, *Rekayasa Jalan Raya*, UMM press, Malang
2. Ashford, N & Paul H.Wright , 1979, *Airport Engineering*, John Wiley & Sons Inc, Canada
3. Basuki, H, 1986, *Merancang Merencanakan Bandara*, Penerbit Alumni, Bandung
4. Bina Marga, 1983, *Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*, No. 01/PD/B/1983, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
5. Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung
6. Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
7. Wasis H, F, H. et.al.2012, *Penggunaan terrasil sebagai material modifier untuk perbaikan daya dukung subgrade*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro