

STUDI KORELASI DAYA DUKUNG TANAH DENGAN INDEK TEBAL PERKERASAN JALAN MENGUNAKAN METODE BINA MARGA

Said Jalalul Akbar¹⁾, Wesli²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Email: jaakidani@gmail.com; ir_wesli@yahoo.co.id

Abstrak

Daya dukung tanah dasar pada konstruksi sebuah jalan merupakan salah satu faktor utama yang sangat berperan dalam menentukan kestabilan (kekuatan) dari konstruksi jalan tersebut. Nilai daya dukung tanah dasar sangat dipengaruhi dan ditentukan dari nilai CBR pada tanah tersebut. Nilai daya dukung tanah dasar diperoleh melalui Grafik kolerasi DDT dan CBR. Semakin besar nilai CBR tanah dasar pada sebuah konstruksi jalan semakin besar pula Nilai daya dukung tanah dari jalan tersebut. Indeks tebal perkerasan merupakan sebuah nilai yang berperan (berfungsi) untuk menentukan tebal dari masing-masing lapis perkerasan. Indeks tebal perkerasan diperoleh melalui hubungan antara nilai daya dukung tanah (DDT), Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dan faktor regional (FR). Nilai tersebut didapat melalui nomogram yang telah disediakan dalam Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode analisa komponen Bina marga. Penelitian ini bertujuan ingin melihat hubungan antara nilai daya dukung tanah dengan indeks tebal perkerasan jalan dengan menggunakan metode bina marga. Dari hasil analisis didapat nilai perbandingan dari masing-masing nilai yang telah ditentukan melalui bacaan grafik hubungan antara nilai DDT dan ITP. Dari bacaan grafik dapat dikatakan bahwa semakin kecil nilai daya dukung tanah maka semakin besar nilai indeks tebal perkerasan yang di hasilkan.

Kata kunci: *Kolerasi, Daya Dukung Tanah (DDT), Indeks Tebal Perkerasan (ITP)*

1. Pendahuluan

Kekuatan konstruksi sebuah perkerasan jalan sangat ditentukan dari besaran nilai daya dukung tanah di mana konstruksi itu diletakkan. Semakin baik nilai daya dukung tanah maka semakin baik pula ketahanan (kekokohan/kestabilan) dari konstruksi tersebut. Sering kali terjadi bahwa pada konstruksi jalan khususnya pada perkerasan lentur terjadi kegagalan (kerusakan) sementara masa pemakaian jalan masih dalam umur rencana. Hal tersebut jika diamati langsung di lapangan terlihat bahwa banyak juga kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh ketidaksesuaian nilai daya dukung tanah di mana konstruksi tersebut diletakkan (tanah dasar). Kondisi ini bermakna bahwa beban lalu lintas yang berkerja pada jalan tersebut tidak didukung oleh kekuatan tanah dasarnya, lebih besar beban yang bekerja dari daya dukung tanahnya. Tanah dasar 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)

Indek tebal perkerasan (ITP) merupakan sebuah nilai yang berfungsi untuk menentukan tebal dari masing-masing lapis perkerasan. Indek tebal perkerasan diperoleh melalui hubungan antara nilai daya dukung tanah (DDT), lintas ekivalen rencana (LER) dan faktor regional (FR). Nilai tersebut didapat (dicari) melalui nomogram yang telah disediakan dalam Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode analisa komponen Bina marga. Nilai indek tebal perkerasan akan sangat bervariasi dan akan sangat berpengaruh dari besaran nilai daya dukung tanah. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin besar nilai indek tebal perkerasan yang diperoleh semakin besar pula nilai lapisan perkerasan yang akan dihasilkan yang bermakna semakin tebal tiap lapisan yang dibutuhkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah ingin melihat hubungan (kolerasi) antara nilai daya dukung tanah dengan nilai indek tebal perkerasan dengan menggunakan metode bina marga. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan atau bahan referensi dalam perencanaan atau perhitungan khususnya bidang transportasi.

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 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:

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

di mana :

- LER = Lintas Ekuivalen Rencana
- 3650 = Jumlah hari dalam 10 tahun
- ITP = Indek 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).

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

di mana :

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

2.3 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)

2.3.1 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.

2.3.2 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.

2.3.3 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 spesiat untuk perkerasan lapangan terbang.

3 Metode Penelitian

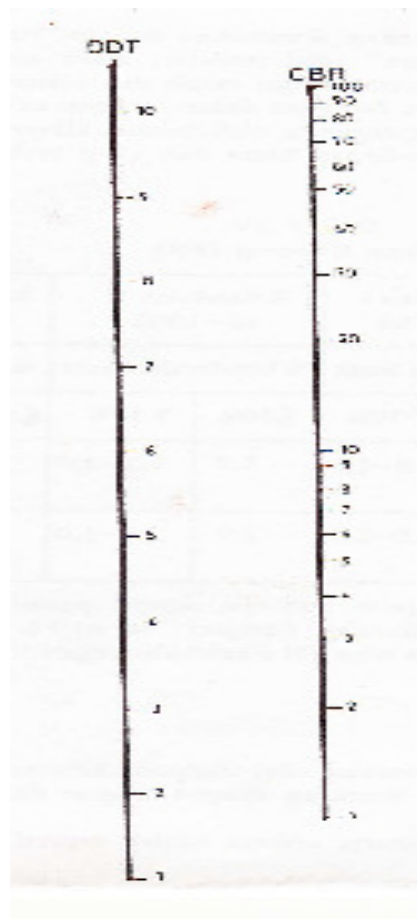
Langkah awal dalam melakukan penelitian ini adalah menentukan terlebih dahulu nilai lintas ekivalen rencana (LER). Nilai lintas ekivalen rencana merupakan hasil dari beberapa perhitungan yang saling berkaitan yang didalamnya telah termasuk (ingklud) diantaranya besarnya lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang merupakan sebagai nilai untuk menentukan beban jalan (beban disain). Lalu lintas harian rata-rata yang akan dijadikan sebagai beban untuk mendisain jalan tentunya telah dihitung terlebih dahulu angka ekivalen dari masing-masing kendaraan tersebut.

Selanjutnya menentukan besaran nilai faktor regional (FR) yang merupakan sebagai faktor koreksi dari kondisi alam yaitu seperti keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Keadaan lapangan mencakup permealitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk elyenyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti. Sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata pertahun (Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1983). Kemudian menentukan besaran dari nilai indek permukaan (IP) atau serviceability indek yaitu besaran nilai sebagai ukuran dasar dalam menentukan nilai perkerasan ditinjau dari kepentingan lalu lintas. Indek permukaan menyatakan nilai dari pada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat (Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1983). . Dalam penelitian ini nilai lintas ekivalen rencana, faktor regional dan indek permukaan merupakan nilai yang diperoleh dari hasil asumsi (pemisalan)

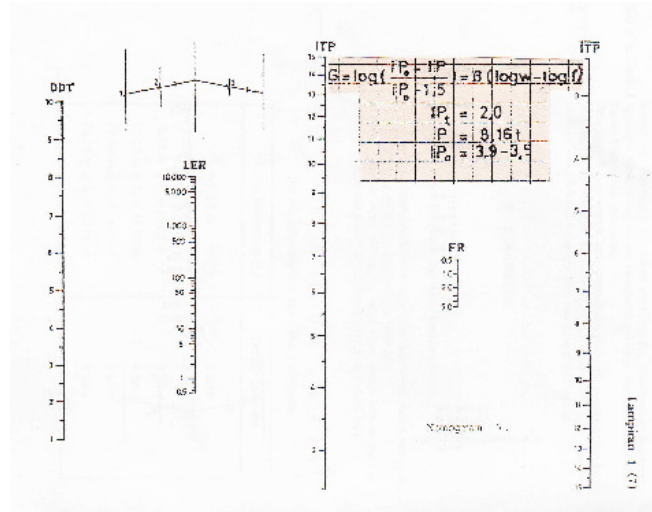
Setelah nilai diatas diperoleh (dihitung), maka ditentukanlah nilai daya dukung tanah dari masing masing titik yaitu sesuai dengan nilai masing-masing titik CBR yang diambil yang akan dipakai sebagai nilai CBR disain. Dalam pelaksanaan konstruksi jalan dilapangan biasanya nilai daya dukung tanah dasar diperoleh dari nilai CBR rata-rata dari beberapa titik pada tanah dasar yang akan diletakkan kostruksi tersebut, yang akan dijadikan sebagai nilai CBR disain. Dalam penelitian ini akan ditentukan beberapa buah nilai daya dukung tanah yang bermakna diambil dari beberapa variasi (titik) dari nilai CBR. Hal tersebut

dimaksudkan untuk mendapatkan beberapa variasi kolerasi nilai indek tebal perkerasan. Sedangkan Hubungan dengan nilai lintas ekivalen rencana, faktor regional dan indek permukaan adalah tetap. Untuk mendapatkan nilai hubungan antara nilai daya dukung tanah dengan indek tebal perkerasan dalam penelitian ini digunakan nomogram yang telah disediakan dalam Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode analisa komponen (Bina marga. Dari hubungan nilai daya dukung tanah dengan indek tebal perkerasan nantinya akan dibuatkan grafik hubungan antara nilai daya dukung tanah dengan indek tebal perkerasan.

Dari grafik ini diharapkan nantinya akan terlihat (terbaca) perbedaan-perbedaan (variasi) besaran nilai indek tebal perkerasan shubungan dengan varisi dari nilai daya dukung tanah. Yaitu apakah perbedaan nilai indek tebal perkerasan antara yang satu dengan yang lainnya mempunyai jarak (interval) yang sama ataukah berbeda. Grafik hubungan antara nilai daya dukung tanah dengan CBR (korelasi DDT dan CBR), nomogram untuk menghitung hubungan daya dukung tanah dengan indek tebal perkerasan dan tabel nilai indek permukaan pada awal umur rencana (IPo) diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar.1 Grafik Kolerasi DDT dan CBR
 Sumber: Anonim 2 (1989)



Gambar 2 Nomogram (kolerasi DDT dan ITP)
 Sumber: Anonim 2 (1989)

Tabel 1 Indeks Permukaan pada awal Umur Rencana (Ipo)

Dalam VI
 (Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (Ipo))

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	M 1000
	3,9 - 3,5	V 1000
LASBUAG	3,9 - 3,5	M 2000
	3,4 - 3,0	V 2000
MRA	3,9 - 3,5	M 2000
	3,4 - 3,0	V 2000
BURDA	3,5 - 3,5	M 3000
BURTU	3,4 - 3,0	M 3000
LAFEN	3,4 - 3,0	M 3000
	2,9 - 2,5	V 5000
LATASBUM	2,9 - 2,5	
BURAS	2,9 - 2,5	
LATASIR	2,9 - 2,5	
JALAN TANAH	≤ 2,4	
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

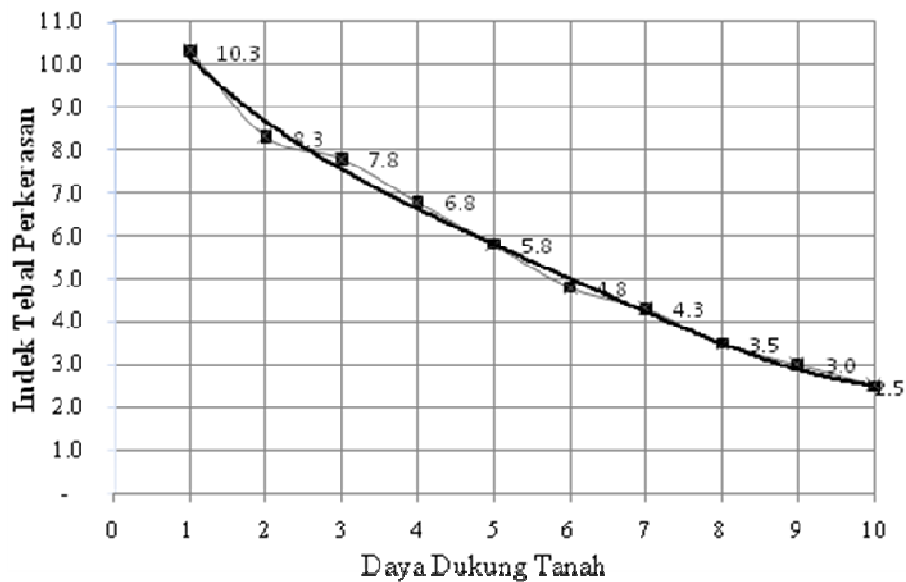
*) Alat pengukur roughness yang dipakai adalah roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan 32 km per jam.
 Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat roughometer melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada counter melalui "flexible drive".
 Setiap putaran counter adalah sama dengan 15,2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan body kendaraan. Alat pengukur roughness type lain dapat digunakan dengan mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap roughometer NAASRA.

Sumber: Anonim 2 (1989)

4 Analisis dan Pembahasan

Dalam penelitian ini nilai lintas ekivalen rencana (LER) diasumsikan sebesar 50, nilai indeks permukaan (IP) diasumsikan 2 dan nilai faktor regional (FR) diasumsikan 1. Untuk nilai indeks permukaan pada awal umur rencana diasumsikan (3,9 – 3,5) yang bermakna jenis lapis perkerasan yang digunakan asbuton (HRA). Dalam pelaksanaan dilapangan jenis lapis permukaan pada awal umur rencana ditentukan berdasarkan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana sesuai tabel 1 pada Bab.3. Adapun nilai daya dukung tanah dari 1 sampai dengan 10 yang berarti nilai CBR ada 10 titik sample.

Pada buku Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1989) terdapat sembilan (9) buah nomogram yang disediakan yang disebut dengan Metode Bina Marga. Namun nomogram yang digunakan tetap dipilih satu dari sembilan tersebut dan disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing disain. Dari hasil pembacaan pada nomogram diperlihatkan pada Gambar3.



Gambar 3 Grafik Kolerasi Antara DDT dengan ITP

Dari Gambar 3 menggambarkan bahwa hubungan antara nilai daya dukung tanah dengan nilai indeks tebal perkerasan adalah tidak linier pada semua setiap titik nilai namun terjadi sama variasi sehingga bentuk grafik menjadi sebuah grafik polynomial di mana pada interval nilai daya dukung tanah yang sama tidak menghasilkan interval nilai indeks tebal perkerasan yang sama meskipun pada bagian tertentu ada yang bernilai sama, hal ini bermakna bahwa pertambahan nilai CBR yang merupakan dasar perhitungan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah tidak selalu sebanding dengan kenaikan atau pertambahan nilai indeks tebal perkerasan. Dari grafik juga terlihat bahwa semakin kecil nilai daya dukung tanah maka semakin besar indeks tebal perkerasan yang diperlukan. Hal ini juga bermakna bahwa semakin kecil nilai daya dukung tanah semakin besar tebal

lapisan perkerasan yang dibutuhkan, menunjukkan bahwa semakin kecil nilai CBR semakin kecil pula nilai daya dukung tanah yang diperoleh. Disamping itu juga terlihat bahwa banyak faktor (variabel) yang mempengaruhi dalam merencanakan tebal lapis perkerasan lentur jalan raya sehingga besaran nilai indek tebal perkerasan yang juga merupakan nilai penentu untuk mencari tebal dari masing-masing lapis perkerasan jalan pada perkerasan lentur akan selalu menghasilkan nilai indek tebal perkerasan yang berbeda. Pada nomogram Gambar 2 terlihat bahwa susunan atau urutan dari nilai indek tebal perkerasan mempunyai interval (jarak) yang berbeda. Hal ini berarti dalam proses pembuatan (penyusunan) nomogram telah disesuaikan dengan keadaan-keadaan seperti yang telah diuraikan di atas.

Grafik kolerasi DDT dan ITP diatas yang merupakan grafik yang didapat dari hasil penelitian terlihat bahwa perhitungan (pembacaan) hubungan antara daya dukung tanah dengan indek tebal perkerasan hanya dihitung sampai dengan sepuluh titik saja (sepuluh nilai daya dukung tanah), sehingga pembacaan nilai indek tebal perkerasan pada grafik pada posisi (keadaan) 1 dan 2 tidak terbaca (terlihat kosong). Hal ini dikarenakan batas titik pembacaan pada nomogram untuk nilai daya dukung tanah hanya disediakan sepuluh titik saja. Batas pembacaan nilai daya dukung tanah disajikan hanya sampai sepuluh titik saja, hal ini bermakna pada batas bacaan interval kesepuluh hubungan nilai CBR dengan daya dukung tanah telah mencapai nilai CBR 85%. Hal ini berarti pembacaan nilai daya dukung tanah yang sangat erat hubungannya dengan nilai CBR sudah cukup maksimal untuk keperluan perencanaan (disain) perkerasan lentur dengan metode bina marga (metode analisa komponen).

5 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil di atas maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan antara nilai daya dukung tanah dengan indek tebal perkerasan adalah bervariasi namun hanya sebahagian saja yang mempunyai interval (perbandingan) yang sama. Hal ini berarti bahwa pertambahan nilai CBR yang merupakan dasar perhitungan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah tidak selalu sebanding dengan kenaikan (pertambahan) nilai indek tebal perkerasan
2. Dari grafik terbaca bahwa semakin kecil nilai daya dukung tanah maka semakin besar indek tebal perkerasan yang diperlukan atau semakin kecil nilai daya dukung tanah semakin besar tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan.

5.2 Saran

Dalam menggunakan nomogram untuk mendapatkan nilai hubungan antara daya dukung tanah dasar dengan indek tebal perkerasan harus dilakukan dengan hati-hati dan penuh ketelitian, karena kesalahan dalam pembacaan membawa dampak yang besar pada hasil pembacaan hasil kurang akurat

Daftar Kepustakaan

1. Anonim 1, 1983, ***Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya***, No. 01/PD/B/1983, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
2. Anonim 2, 1989, ***Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen***, Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
3. Ashford, N & Paul H.Wright , 1979, ***Airport Engineering***, John Wiley & Sons Inc, Canada
4. Basuki, H, 1986, ***Merancang Merencanakan Bandara***, Penerbit Alumni, Bandung
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