

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :

❖ Allah SWT Rabb Semesta alam.

“Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku, dan matiku
hanyalah untuk Allah Rabb Semesta Alam”.

(Al Qur'an Al An'am 162)

❖ Kanjeng Nabi Muhammad s.a.w.

“Nabi lebih utama bagi orang mukmin daripada diri
sendiri....”.

❖ Kedua orang tuaku.

❖ “.....bersyukurlah kamu kepada-Ku dan kepada kedua
orang tuamu....”.

(Al Qur'an Luqman 14)

Halaman Motto

“Dan Kami tidak mengutus seorang Rosul, melainkan untuk ditaati dengan seizin ALLAH. Sesungguhnya jikalau mereka ketika menganiaya dirinya (berhakim kepada selain Nabi Muhammad S.A.W) datang kepadamu, lalu memohon ampun kepada ALLAH, dan Rosulpun memohon ampun untuk mereka, tentulah mereka mendapat ALLAH Maha Penerima Taubat Lagi Maha Penyayang”.

(AL Qur'an surat An Nisaa' : 64)

“Ya Tuhanku, berilah aku ilham untuk tetap mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau anugerahkan kepadaku dan kepada kedua orang ibu bapakku dan untuk mengerjakan amal sholeh yang Engkau ridhai, dan masukkanlah aku dengan rahmat-Mu ke dalam golongan hamba-hamba-Mu yang sholeh”.

(AL Qur'an surat An Naml :19)

“Pandanglah orang yang dibawah kamu dan janganlah memandang kepada di atas kamu, karena itu akan lebih layak bagimu untuk tidak menghina kenikmatan ALLAH SWT untukmu”.

(H.R. Muslim)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum, wr. Wb

Dengan mengucapkan syukur *Alhamdulillah* yang sebesar-besarnya kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, serta salawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penelitian Tugas Akhir ini dapat peneliti selesaikan sebagai syarat untuk menempuh jenjang strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir yang peneliti lakukan disadari masih belum sempurna dan banyak kekurangan yang perlu diperbaiki, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan dan waktu yang peneliti miliki.

Selama penyusunan Tugas Akhir hingga selesai banyak pihak yang telah membantu baik berupa saran, semangat, maupun bimbingan untuk itu secara tulus peneliti ucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Widodo MSCE. PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, Ces, DEA, selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku dosen tamu yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua peneliti yang telah memberikan dorongan berupa moral maupun materil, serta saudara selalu membantu peneliti hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Semua sahabat dan kawan seperjuangan yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu
8. Kepada bapak Susantoro dan bapak Tri Heri Murtopo atas segala bantuan yang telah diberikan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir peneliti.
9. Pihak – pihak yang secara tidak langsung turut membantu hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir yang peneliti lakukan.

Atas segala bantuan yang telah diberikan oleh pihak – pihak yang peneliti sebutkan maupun yang tidak peneliti sebutkan, semoga Allah SWT membalas segala amal serta perbuatan baik yang telah diberikan dan pada akhirnya semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi orang lain.

Wassallamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, Oktober 2005

Peneliti

Tabel 5.11. Data Parameter Tanah (Km 20+150-20+250).....	116
Tabel 5.12. Koefisien Tekanan Tanah (Km 20+150-20+250).....	132
Tabel 5.13. Tekanan Tanah (Km 20+150-20+250).....	133
Tabel 5.14. Gaya Aktif (Km 20+150-20+250).....	133
Tabel 5.15. Gaya pasif (Km 20+150-20+250).....	134
Tabel 5.16. Berat Konstruksi (Km 20+150-20+250).....	134
Tabel 5.17. Momen Pasif (Km 20+150-20+250).....	135
Tabel 5.18.. Momen Aktif (Km 20+150-20+250).....	135
Tabel 5.19. Data Parameter Tanah (Km 44+280-55+250).....	138
Tabel 5.20. Data Parameter Tanah (Km 40+600-44-400).....	160
Tabel 5.21. Koefisien Tekanan Tanah (Km 40+600-44-400).....	161
Tabel 5.22. Tekanan Tanah (Km 40+600-44-400).....	161
Tabel 5.23. Gaya Aktif (Km 40+600-44-400).....	162
Tabel 5. 24. Gaya pasif (Km 40+600-44-400).....	162
Tabel 6.1. Resume Hasil Penyelidikan Tanah (P3JJ Bina Marga JATENG, 2005).....	169
Tabel 6.2. Jenis Kendaraan.....	170
Tabel 6.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.....	170
Tabel 6.4. Lalu Lintas Rencana.....	170
Tabel 6.5. Tinggi Timbunan.....	171
Tabel 6.6. Dimensi Tiang Pancang.....	172
Tabel 6.7. Dimensi Dinding Penahan Tanah.....	172
Tabel 6.8. Dimensi Tiang Pancang.....	173

Tabel 6.9. Dimensi Dinding Penahan Tanah	174
Tabel 6.10. Dimensi Tiang Pancang.....	174
Tabel 6.11. Perkuatan Tanah Timbunan Dengan Geomembran.....	175

Gambar 5.6. Kurva Perancangan Ketebalan Agregat Untuk Beban Roda Tunggal (PT Geomat Indonesia, 2004).....	90
Gambar 5.7. Kurva Perancangan Ketebalan Agregat Untuk Beban Roda Tunggal (PT Geomat Indonesia, 2004).....	91
Gambar 5.8. Kondisi lereng asli (Km 71+275-71+355).....	92
Gambar 5.9. Konstruksi tiang pancang (Km 71+275-71+355).....	92
Gambar 5.10. Formasi tiang pancang (Km 71+275-71+355).....	93
Gambar 5.11. Penurunan tiang kelompok (Km 71+275-71+355).....	100
Gambar 5.12. Kondisi lereng asli(Km 71+275-71+355).....	108
Gambar 5.13. Konstruksi dinding penahan tanah (Km 71+275-71+355).....	108
Gambar 5.14. Kondisi lereng asli (Km 71+275-71+355)..	115
Gambar 5.15. Konstruksi tiang pancang (Km 20+150-20+250)..	115
Gambar 5.16. Formasi tiang pancang (Km 20+150-20+250).....	116
Gambar 5.17. Penurunan tiang kelompok (Km 20+150-20+250)..	123
Gambar 5.18. Kondisi lereng asli (Km 20+150-20+250)..	131
Gambar 5.19. Konstruksi dinding penahan tanah (Km 20+150-20+250)...	131
Gambar 5.20. Kondisi lereng asli (Km 44+280-55+250)..	138
Gambar 5.21. Konstruksi tiang pancang (Km 44+280-55+250).....	138
Gambar 5.22. Formasi tiang pancang (Km 44+280-55+250)..	138
Gambar 5.23. Pemodelan tiang (Km 44+280-55+250).	140
Gambar 5.24. Kapasitas dukung tiang pancang (Km 44+280-55+250).....	143
Gambar 5.25. Penurunan tiang kelompok.....	147

X_{max} : absis maksimum (m)

M : momen yang bekerja pada kelompok tiang tersebut (Tm)

n_y : banyaknya tiang dalam satu baris dalam arah sumbu y (m)

X^2 : jumlah kwadrat jarak tiang-tiang ke pusat berat kelompok tiang (m)

D : diameter tiang (m)

Q : beban kerja (T/m^2)

E_p : modulus elastisitas tiang

B_g : lebar kelompok tiang (m)

INTISARI

Pemmasalahan jalan yang saat ini sering terjadi di wilayah / daerah yang ada di Indonesia, menuntut Pemerintah untuk mengatasinya. Pemerintah dalam hal ini Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah mengalokasikan dana untuk melakukan pembangunan pelebaran, dan peningkatan jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari, Grobogan-Jateng. Ruas jalan itu sendiri terletak di jalur Pantura yang menghubungkan 2 wilayah Kodya Semarang dan Kabupaten Grobogan. Pada ruas jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari yang lalu lintasnya semakin padat dengan lebar jalur 6 m dan melewati endapan tanah lempung ekspansif dengan CBR 1,50 % itu, memerlukan suatu perancangan khusus yang dapat menahan kelongsoran dan retak-retak. Geomembran, dinding penahan tanah yang diperkuat tiang pancang dimana tanah timbunan diganti dengan tanah pilihan merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi retakan dan kelongsoran pada ruas jalan tersebut

Tujuan dari studi kasus ini adalah untuk mengetahui tinggi timbunan tanah urugan tanpa dan diperkuat geomembran dengan metoda AASHTO dan STEWARD, mengetahui stabilitas tanah timbunan menggunakan bangunan penahan tanah, dan mengetahui angka keamanan tanpa dan memakai geomembran. Pondasi tiang pancang yang dipakai berdiameter 0,15 m sedangkan kuat tarik geomembran yang dipakai 31,13 T/m.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi timbunan tanpa geomembran 385 mm dan dengan geomembran 125 mm (metoda AASHTO), sedangkan metoda Steward tinggi timbunan tanpa geomembran 350 mm dan dengan geomembran 250 mm. Stabilitas dinding penahan tanah yang diperkuat tiang pancang didapatkan faktor keamanan lebih dari 1,50. Pemasangan geomembran pada stabilitas tanah timbunan didapatkan angka keamanan $>1,50$, sehingga ruas jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari, Grobogan-Jawa Tengah, aman terhadap retak-retak dan kelongsoran.

Semua bangunan jalan tentunya tidak bisa lepas dari permasalahan tanah dan sangat terkait erat dengan kemampuan tanah guna mendukung bangunan-bangunan tersebut. Seperti kita ketahui bahwa masalah tanah adalah masalah yang sangat kompleks, tidak dapat diselesaikan hanya dengan metoda yang sederhana atau hanya dengan satu teori.

Pada ruas jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari melewati endapan tanah lempung ekspansif. Badan jalan antara Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari dibangun diatas tanah timbunan (Bina Marga Propinsi JATENG). Material ini mempunyai sifat ekspansif yang disamping mempunyai potensi kembang susut yang tinggi, tanah ini mempunyai kuat geser dan daya dukung yang sangat rendah. Tanah ekspansif mempunyai sifat mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan kadar air.

Kembang susut berulang-ulang (*cyclic*) akan mempercepat kerusakan pada jalan. Pada musim kemarau, bahu jalan dan perkerasan jalan bagian luar akan mengalami retak-retak dan pada waktu musim hujan tiba, air akan masuk ke retakan-retakan dan akan menjenuhkan material perkerasan termasuk tanah dasarnya.

Mengingat kondisi tanah yang beraneka ragam, maka perlu menggunakan suatu metode tertentu yang lebih efektif. Penerapan metoda dan jenis konstruksi jalan yang tepat sangat dibutuhkan. Agar didapat suatu konstruksi jalan yang tepat sangat dibutuhkan suatu konstruksi jalan yang memenuhi syarat baik dari segi keamanan dan kenyamanan. Cara-cara pelaksanaan pembuatan jalan di atas tanah lunak ini sebenarnya sudah ada sejak dulu, walaupun dengan cara-cara yang sangat sederhana sekali. Misalnya dengan menggunakan batang-batang bambu yang dipancang, bilik atau anyaman dari bambu yang digelar di atas tanah sebelum dilapis agregat.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu metode yang dapat mencegah atau mengurangi kerusakan-kerusakan yang terjadi pada jalan, untuk memberikan kenyamanan kepada pengguna jalan serta mengurangi kecelakaan yang terjadi. Seiring dengan kemajuan teknologi yang ada pada saat ini, telah ditemukan suatu lapisan sintetis yang tipis berbentuk membran yang mempunyai sifat kedap air yang tinggi. Lapisan sintetis yang disebut geomembran ini diharapkan dapat menjaga kadar air dalam tanah yang berubah sepanjang tahun sehingga tidak ada perubahan permukaan tanah yang berarti akibat kembang susut.

Berdasarkan data dari *Republic of Indonesia Ministry Settlement & Regional Infrastructure Directorate Central of Regional Infrastructure* pada proyek Semarang- Godong-Purwodadi-Wirosari, maka proyek yang dikerjakan berupa peningkatan jalan, tetapi tanah dasar untuk areal peningkatan jalan mempunyai nilai CBR berkisar 1,50 %. Dengan kondisi seperti ini dikhawatirkan akan terjadi penurunan yang berlebihan dan tidak merata pada bagian jalan tersebut, sehingga dapat mengakibatkan rusaknya struktur jalan secara keseluruhan.

Oleh karena itu alternatif penanggulangan masalah pada ruas jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari yang melewati tanah ekspansif menggunakan geomembran, dinding penahan tanah dan tiang pancang, sehingga tidak membongkar konstruksi jalan tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan persamaan pemahaman dalam masalah ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah dalam hal ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi proyek peningkatan jalan adalah ruas jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari,
2. Dinding penahan tanah dengan perkuatan tiang pancang proyek peningkatan jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari pada Km 71+275-71+355 (Pasangan batu kali) dan Km 20+150 - 20+250 (beton bertulang),
3. Konstruksi tiang pancang proyek peningkatan jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari Km 44+280-55+250,
4. Tanah dasar asli merupakan tanah lempung yang mempunyai CBR 1,50 %,
5. Metoda perbaikan tanah dasar dengan menggunakan lapisan geomembran jenis HDPE (*High Density Polyethylene*),
6. Lalu lintas yang direncanakan pada jalan Semarang-Godong-Purwodadi-Wirosari adalah lalu lintas tingkat tinggi (Bina Marga JATENG),
7. Perencanaan tinggi timbunan tanah urugan yang berfungsi sebagai *subgrade* jalan,
8. Perencanaan geometrik jalan tidak termasuk dalam lingkup pembahasan,
9. Pengaruh faktor gempa pada konstruksi tidak diperhitungkan,
10. Tidak menjelaskan secara mendetail unsur-unsur pembuat geomembran,
11. Pada perencanaan ini analisis biaya tidak dibahas.

2.2 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan.

1. Geotekstil Pada Badan Jalan.

Topik yang diambil oleh Didiet A.M dan Popo J (1999) adalah “Pemakaian Geotekstil Sebagai Perkuatan Tanah Lunak Pada Badan Jalan Dengan Metoda Stabilitas Konstruksi Menggunakan Perkuatan Tanah”. Hasil penelitian ini menunjukkan :

- a. Dengan menggunakan geotekstil dapat memperkecil tebal lapisan pondasi bawah dan memperkecil tebal tanah timbunan.
- b. Pada rencana pelebaran jalan dengan timbunan tanah yang tidak tinggi maka geotekstil hanya berfungsi sebagai separator, untuk mencegah pencampuran tanah dasar asli dengan tanah timbunan.
- c. Penggunaan geotekstil berat 150 gr/m^2 dengan kuat tarik $26,20 \text{ Kn/m}$ pada proyek jalan Lamongan-Gresik memenuhi persyaratan untuk fungsinya sebagai *separator* sekaligus sebagai perkuatan lereng (*reinforcement*).
- d. Panjang geotekstil yang digelar untuk pelebaran jalan berdasar hitungan adalah 4 m
- e. Lebar tanah timbunan yang berfungsi sebagai pengikat geotekstil adalah 1,25 m dan tinggi 1 m.

5. Pondasi Dalam Pada Tanah Lempung Lunak

Topik yang diambil oleh Budi S dan Yudi A adalah “Pondasi Dalam Cast in Place Pada Tanah Lempung Lunak (*Soft Clay*) di Daerah Telang-Saleh, Sumatera Selatan Dengan Metoda Statis”. Hasil dari Penelitian ini adalah :

- a. Dari Perhitungan daya dukung tiang tunggal, dengan diameter 20 cm maksimum $Q_s = 59,04$ Kn, diameter 30 cm maksimum $Q_s = 87,72$ Kn dan diameter 40 cm maksimum $Q_s = 119,64$ Kn.
- b. Berdasar daya dukung ijin kelompok tiang *friction pile cast in place*, daerah Telang-Saleh dapat dibangun konstruksi dengan beban maksimum $V = 412,19$ Kn untuk jumlah tiang 4 berdiameter 40 cm, dengan penurunan 1,67 cm (Telang) dan 1,18 cm (Saleh).

3.5 Fungsi Geomembran

Penggunaan geomembran pada suatu konstruksi umumnya dirancang berdasarkan fungsinya yang berhubungan dengan sifat-sifat tertentu dari geomembran, yaitu :

a. Lapisan pemisah (*separation*)

Lapisan pemisah dibutuhkan pada saat geomembran diletakkan diantara dua jenis material yang berbeda. Kegunaannya untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi dan pencampuran yang mungkin terjadi diantara kedua material tersebut. Geomembran sebagai *separator* akan menerima gaya-gaya terpusat tegak lurus bidangnya yang berasal dari tanah di satu sisi dan butiran-butiran kasar di sisi yang lain. Contohnya pada penggunaan geomembran di dalam konstruksi jalan untuk memisahkan agregat dengan lapisan tanah dasar yang mempunyai daya dukung lemah. Sifat geomembran yang perlu diperhatikan pada kondisi tersebut adalah kekuatan terhadap pukulan (*puncture strength*), kekuatan terhadap sobek (*breaking strength*), tahan pecah (*burst resistance*), dan tembus air (*water permeability*).

b. Perkuatan tanah (*reinforcement*)

Untuk perencanaan sebagai *reinforcement* perlu diketahui parameter-parameter sebagai berikut :

- Besarnya gaya tarik atau tegangan tarik maximum yang bekerja pada geomembran tersebut.
- Besarnya tegangan geser maximum yang bekerja pada sisi bidang kontak antara geomembran dengan tanah.

Gaya atau tegangan tarik maximum diperlukan untuk mendapatkan jenis geomembran yang sesuai, sedangkan tegangan geser maximum untuk menentukan

Keuntungan-keuntungan penggunaan geomembran sebagai perkuatan dapat dibedakan berdasarkan aspek-aspek berikut :

1. Keuntungan dari aspek teknis

Geomembran terbuat dari bahan sintetis yang tahan terhadap air, bahan-bahan kimia tanah, bakteri pembusukan, maupun sinar ultra violet. Mempunyai kekuatan tarik, kekuatan sobek, kekuatan robek yang bermacam-macam sehingga mudah disesuaikan dengan permasalahan yang ada.

2. Keuntungan dari aspek pekerjaan

Geomembran dikemas dalam bentuk rol dan siap digelar pada lokasi proyek tanpa harus melakukan penggalian terlebih dahulu dan dapat memanfaatkan tanah setempat yang ada. Tidak diperlukan perakitan yang bermacam-macam, dan tidak memerlukan tenaga kerja serta peralatan kerja yang banyak.

3. Keuntungan dari aspek waktu

Sebagai material perkuatan yang telah jadi, geomembran siap diaplikasikan sesuai dengan permasalahan yang ada tanpa perlu persiapan yang bermacam-macam.

4. Keuntungan dari aspek biaya

Dengan kemudahan dan kecepatan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan, dan harga geomembran yang relatif tidak mahal, serta umur jalan yang menjadi lebih lama, maka dari segi biaya penggunaan geomembran sebagai perkuatan jalan akan sangat memberikan keuntungan dibanding tanpa diberi perkuatan geomembran.

d. LER (Lintas Ekivalen Rencana)

Langkah-langkah yang dilakukan untuk memperoleh Lintas Ekivalen :

1. Tentukan jumlah kendaraan dalam 1hari/2arah/total lajur yang dibedakan menurut jenis kendaraan,
2. Tentukan berat masing-masing sumbu berdasarkan survey timbang dari setiap jenis kendaraan berat,
3. Tentukan angka ekivalen dari setiap jenis kendaraan, merupakan jumlah angka ekivalen dari beban sumbu depan dan sumbu belakang.

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left\{ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right\}^4 \quad (3.1)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left\{ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right\}^4 \cdot 0,086 \quad (3.2)$$

$$E \text{ kendaraan} = E \text{ sumbu depan} + E \text{ sumbu belakang} \quad (3.3)$$

4. Tentukan prosentase kendaraan yang berada pada lajur rencana, yaitu lajur dengan volume kendaraan berat terbesar.
5. Faktor pertumbuhan lalu lintas yang diperoleh dari hasil analisa data lalu lintas, perkembangan penduduk, pendapatan perkapita, rancangan induk daerah dan lain-lain.
6. Lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka (LEP), diperoleh dari :

$$LEP = \sum A_i \times E_i \times C_i \times (1 + a)^n \quad (3.4)$$

dimana :

A_i : Jumlah kendaraan untuk 1 jenis kendaraan, dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan tanpa median dan kendaraan/hari/21 arah untuk jalan dengan median.

E_i : Angka ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan.

C_i : Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana.

Kuat geser tanah tak terdrainase, c dalam Kn/m^2 dapat diperoleh dari test CBR dengan menggunakan persamaan 3.3

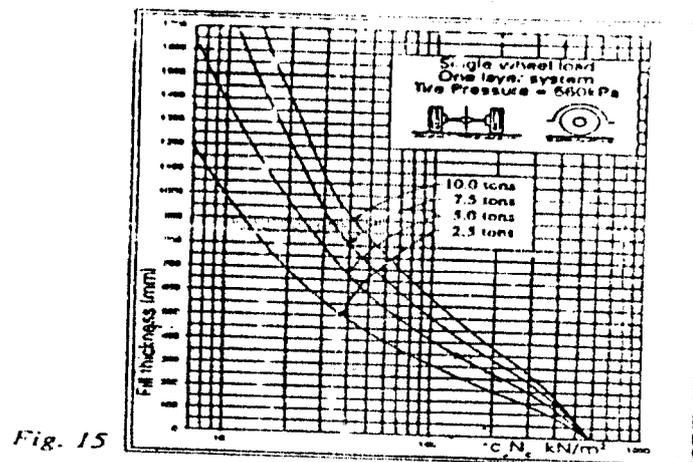
$$C = 28 \times \text{CBR} \quad (3.10)$$

$$C.N_c (\text{kn/m}^2) = 28.CBR.N_c \quad (3.11)$$

Dari penentuan kedalaman bekas roda, faktor kapasitas daya dukung (N_c) dan jenis beban roda yang diantisipasi selama pelaksanaan, ketebalan agregat yang dibutuhkan dengan dan tanpa separasi geomembran dapat diperoleh dari Gambar 3.9.

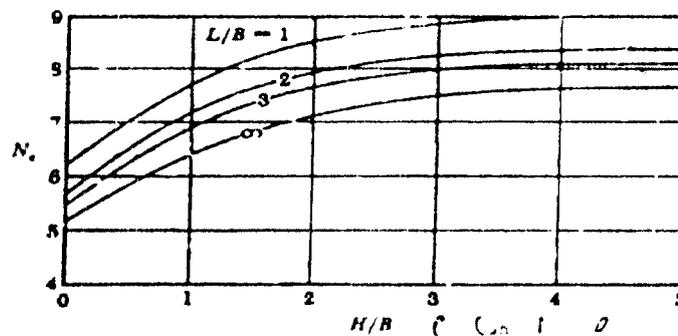
Tabel 3.11 Faktor kapasitas daya dukung untuk berbagai bekas roda dan kondisi lalu lintas baik dengan maupun tanpa separasi geomembran
(Sumber : PT Geomat Indonesia)

	Ruts (mm)	Traffic (Passes of 80 Kn equiv axle)	Bearing capacity factor, N_c
Without geomembran	< 50	> 1000	2.8
	> 100	< 100	3.3
With geomembran	< 50	> 1000	5.0
	> 100	< 100	6.0



Gambar 3.9 Kurva perancangan ketebalan agregat untuk beban roda tunggal

(Sumber : PT Geomat Indonesia)



Gambar 3.19 : Nilai N_c menurut Skempton

Harga N_c diambil dari grafik Skempton untuk pondasi di atas tanah lempung. Harga N_c ini untuk pondasi dangkal akan mendekati nilai menurut Terzaghi, sedangkan untuk pondasi dalam akan mendekati nilai Meyerhof.

3.10.4. Penurunan Tiang

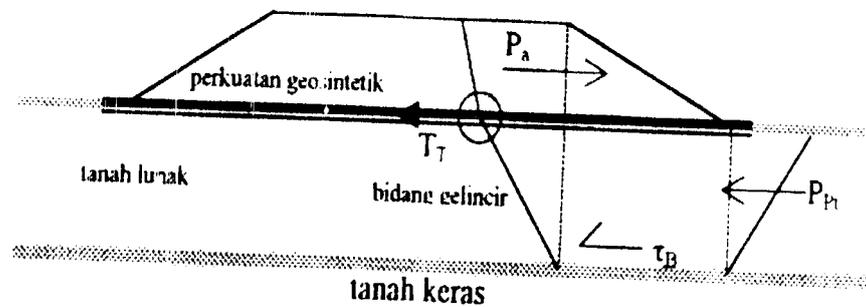
Dalam kelompok tiang pancang (pile group) ujung atas tiang-tiang tersebut dihubungkan satu dengan yang lain dengan poer yang kaku sehingga merupakan suatu kesatuan yang kokoh. Dengan poer ini diharapkan bila kelompok tiang pancang tersebut dibebani secara merata akan terjadi penurunan yang merata pula.

3.10.4.1. Penurunan Pada Tahanan Ujung Tiang

Pada perhitungan penurunan kelompok tiang pancang dengan tahanan ujung (*end bearing pile*) tegangan pada tanah akibat berat bangunan dapat diperhitungkan merata pada bidang yang melalui ujung bawah tiang. Kemudian tegangan ini disebarkan merata ke lapisan tanah sebelah bawah dengan sudut penyebaran 30° .

Menurut Literatur "Mekanika Tanah" oleh : L.D. Wesley, perhitungan penurunan dilakukan sebagai berikut :

- a. Lapisan tanah di bawah ujung tiang pancang sampai lapisan tanah keras di bagi-bagi menjadi beberapa lapis,



Gambar 3.23 : Keruntuhan yang terjadi dengan bidang gelincir memotong perkuatan tanah. (Sumber : Kabul Basah, 2000)

Akibat terjadinya kelongsoran pada timbunan tersebut, seolah-olah perkuatan terjepit antara tanah timbunan dan tanah lunak, dan perkuatan memberikan perlawanan sebesar T_T (kuat tarik bahan perkuatan), maka angka aman yang diperoleh sebesar

$$SF = \frac{Pp + (\tau_B \cdot A) + T_T \cdot lm}{Pa} \quad (3.68)$$

Dan $SF \approx 1,50-2,00$

dimana :

Pp : total gaya pasif pada lapisan tanah lunak (Ton)

τ_B : tegangan geser antara tanah lunak dan tanah keras (Ton/m²)

A : luas tampang pada bidang geser antara tanah lunak dan tanah keras (m²)

T_T : kuat tarik bahan perkuatan (Ton/m)

Besarnya τ_B diperoleh dari hubungan $\tau_B = I_s(C + \sigma_v \cdot \text{tg}\phi)$, merupakan besarnya tegangan yang terjadi pada bidang kontak antara tanah lunak dan tanah keras akibat timbunan di atasnya, dengan notasi sebagai berikut :

I_s : panjang lereng timbunan (m),

C : kohesi tanah lunak (Ton/m²),

Di bagian atas lapisan tanah lunak terjadi friksi antara tanah lunak dan geosintetik,

maka :

$$\tau_T = I_s \cdot (C_G + \sigma_v \cdot \text{tg}\mu) \quad (3.75)$$

dimana :

τ_T : tegangan geser antara tanah lunak dan geosintetik sepanjang I_s (Ton/m²)

C_G : kohesi tanah lunak dengan geosintetik (Ton/m²)

σ_v : tegangan vertikal rerata di daerah runtuh sepanjang I_s (Ton/m²)

$\text{tg}\mu$: koefisien gesek antara tanah lunak dengan geosintetik (= 0,67-0,75 tgφ)

Sedangkan besarnya angka aman (SF) ≥ 1,50-2,00

$$SF = \frac{P_p + T_B + T_T}{P_a} \geq 1,50-2,00 \quad (3.76)$$

dimana :

P_p : gaya pasif tanah lunak (Ton)

T_B : gaya perlawanan gesek tanah lunak dengan tanah keras (= $\tau_B \cdot I_s \cdot l_m$)

T_T : gaya perlawanan gesek tanah lunak dengan perkuatan (= $\tau_T \cdot I_s \cdot l_m$)

B. LHR Pada Tahun 2016 (akhir umur rencana)

$$\text{Faktor pertumbuhan} = (1 + 0,06)^{10} = 1,79$$

- Mobil penumpang 2 ton : $3473,97 \times 1,79 = 6218,40$ kend./hr/ 2 jur
 - Bus 8 ton : $436,7 \times 1,79 = 781,69$ kend./hr/ 2 jur
 - Truk 2 as 13 ton : $1068,1 \times 1,79 = 1911,89$ kend./hr/ 2 jur
 - Truk 3 as 20 ton : $170,5 \times 1,79 = 305,19$ kend./hr/ 2 jur
- $$\Sigma = 9217 \text{ kend/hr/2 jur}$$

5.2.2 Lalu Lintas Rencana

A. Menghitung Angka Ekuivalen (E) :

Faktor ekuivalen (E) berdasarkan “Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metoda analisa Komponen” =

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left\{ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right\}^4$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left\{ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right\}^4 \cdot 0,086$$

- E kendaraan = E sumbu depan + E sumbu belakang

$$\text{- Mobil penumpang 2 ton} = \left\{ \frac{1000}{8160} \right\}^4 + \left\{ \frac{1000}{8160} \right\}^4 = 0,0004$$

$$\text{- Bus 8 ton} = \left\{ \frac{2720}{8160} \right\}^4 + \left\{ \frac{5280}{8160} \right\}^4 = 0,192$$

$$\text{- Truk 13 ton} = \left\{ \frac{4420}{8160} \right\}^4 + \left\{ \frac{8580}{8160} \right\}^4 = 1,308$$

$$\text{- Truk 20 ton} = \left\{ \frac{5000}{8160} \right\}^4 + \left\{ \frac{15000}{8160} \right\}^4 \cdot 0,086 = 1,121$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ masing-masing tiang} &= \frac{\sum V}{n} \\
 &= \frac{10,01}{2} \\
 &= 5 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$M_y = 5.0,60 + 5.0,60$$

$$= 6 \text{ Ton}$$

$$\sum x^2 = 0,60^2 + 0,60^2$$

$$= 0,72 \text{ m}$$

$$L = 1 \rightarrow M_x = 0$$

$$P_{\max \text{ ult}} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{\max}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

$$= \frac{10,01}{2} \pm \frac{6.0,6}{1.0,72}$$

$$= 5 + 5$$

$$= 10 \text{ Ton}$$

$$P_{\max} = \frac{P_{\max \text{ ult}}}{SF}$$

$$= \frac{10}{2,5}$$

$$= 4 \text{ Ton}$$

$$\sigma \text{ tiang} = \frac{P_{\max}}{A}$$

$$= \frac{4}{(0,15.0,15)}$$

$$= 177,77 \text{ T/m}^2 > \sigma_{bk} = 35 \text{ T/m}^2 \text{ (tidak aman)}$$

$$> f_c = 35 \text{ T/m}^2 \text{ (tidak aman)}$$

$$e_1 = 0,728$$

$$\Delta e = e_0 - e_1$$

$$= 0,002$$

$$S_5 = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \times H$$

$$= \frac{0,002}{1 + 0,730} \times 126$$

$$= 0,14 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi penurunan total (S)} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$$

$$= 0,64 + 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14$$

$$= 1,20 \text{ cm}$$