



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian yang digunakan pada penelitian ini perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang.

**Table 2.1** Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan
1.	Adi Tri Wibowo, 2011	Pengaruh Penggunaan Cerucuk Pada Tanah Lanau Kepasiran	Penambahan cerucuk dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas (E) tanah. Peningkatan ini berbanding lurus dengan besar luas penampang cerucuk yang digunakan. Selain itu, nilai modulus elastisitas (E) pada penambahan cerucuk kayu lebih besar dari nilai modulus elastisitas pada penambahan cerucuk bambu.

**Tabel 2.1** Tinjauan Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan
2.	Masyhur Irsyam, 2008	Pengujian Skala Penuh Dan Analisis Perkuatan Cerucuk Matras Bambu Untuk Timbunan Badan Jalan Di Atas Tanah Lunak Di Lokasi Tambak Oso, Surabaya	hasil pengamatan terhadap <i>trial</i> embankment diketahui bahwa dengan menggunakan sistem cerucuk matras bambu, daya dukung tanah dasar mencukupi untuk memikul beban akibat <i>trial</i> embankment, timbunan memiliki stabilitas lereng yang cukup. Penurunan yang terjadi relatif seragam. Setelah pengamatan selama 3 bulan, laju penurunan tanah dasar mengecil, jika dibandingkan dengan perkiraan prediksi penurunan akhir yang akan terjadi, konsolidasi yang telah terjadi pada akhir pengamatan diperkirakan telah mencapai 30%.

**Tabel 2.1** Tinjauan Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan
3.	H.Darjanto,dkk,  1998	Studi Penggunaan Fabrikasi Fondasi Tiang Dari Bambu Sebagai <i>Soil Reinforcement</i> Pada Konstruksi Timbunan Di Atas Tanah Lunak	Penelitian ini menggunakan bambu petung sebagai penguat tanah pada konstruksi timbunan. Kestabilan timbunan dan tanah dasar menjadi salah satu perencanaan dalam penelitian ini. Analisis numerik menggunakan program plaxis (1998) dimana hasil keluaran yaitu deformasi/total displacement dan angka keamanan antara tanah tanpa perkuatan bambu dan yang diberi perkuatan bambu piles dibandingkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bambu piles sebagai <i>soil reinforcement</i> memiliki angka keamanan yang lebih tinggi oleh karenanya dapat mengatasi kelongsoran hingga mencapai 20-30%. Efektivitas fondasi <i>raft</i> dan <i>pile</i> dalam mereduksi penurunan tanah dengan metode numerik oleh Lawalenna Samang, Tri harianto, dan Achmad Zubair. Desain fondasi <i>raft</i> dan <i>pile</i> diperkenalkan dalam studi ini untuk mereduksi penurunan tanah. Metode elemen hingga digunakan untuk menginvestigasi efektivitas dari fondasi <i>raft</i> dan

**Tabel 2.1** Tinjauan Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan
3.	H.Darjanto,dkk, 1998	Studi Penggunaan Fabrikasi Fondasi Tiang Dari Bambu Sebagai <i>Soil Reinforcement</i> Pada Konstruksi Timbunan Di Atas Tanah Lunak	<i>pile</i> mereduksi penurunan tanah khususnya pada jalan raya yang dibangun di daerah rawa. Selanjutnya, model numerik digunakan dalam mempelajari pengaruh dari tipe dan kedalaman fondasi yang dipasang dilapangan. Penurunan dan deformasi tanah dianalisis dalam penelitian ini untuk menentukan efektivitas dan kemungkinan aplikasi dari model fondasi ini dil apangan. Hasil dari metode elemen hingga yang digunakan menunjukkan bahwa tipe fondasi <i>raft</i> dan <i>pile</i> secara signifikan menurunkan besarnya penurunan dari badan jalan akibat beban permukaan. Deformasi yang terjadi pada badan jalan tanpa pekuatan mencapai 0,553 m sedangkan dengan perkuatan 3 m dan 5 m masing-masing sebesar 0,246 m dan 0,225 m.

**Tabel 2.1** Tinjauan Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan
4.	Irsyam dan Krisnanto, 2012	Pengujian Skala Penuh Dan Analisis Perkuatan Cerucuk Matras Bambu Untuk Timbunan Badan Jalan Di Atas Tanah Lunak Di Lokasi Tambak Oso, Surabaya	<p>Penelitian ini menguji <i>trial</i> embankment skala penuh timbunan badan jalan di atas tanah lunak dengan sistem perkuatan tanah dasar dengan cerucuk bambu sedalam 6 m dan matras bambu sebanyak 5 lapis di lokasi Tambak Oso, Surabaya. Prediksi penurunan tanah dasar yang akan terjadi dilakukan menggunakan metode analitis dan metode elemen hingga memakai program plaxis. Dari hasil pengamatan terhadap trial embankment selama 3 bulan laju penurunan tanah dasar mengecil apabila dibandingkan dengan perkiraan prediksi. Konsolidasi yang terjadi diperkirakan telah mencapai 30%</p>

## 2.2 Tanah Lunak

Tanah lunak dalam konstruksi sering menjadi permasalahan dikarenakan daya dukung tanah yang rendah dapat menyebabkan kerugian pada konstruksi yang semakin mahal sehingga bisa menyebabkan terancamnya keselamatan konstruksi, yaitu membuat struktur tidak mampu berdiri secara stabil dan bisa roboh. Pengertian dari tanah lunak adalah tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir-butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Sifat tanah lunak adalah gaya gesernya kecil, kemampatannya besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah jika dibandingkan dengan tanah lempung lainnya.

Menurut Terzaghi (1967) dijelaskan bahwa tanah lempung kohesif diklasifikasikan sebagai tanah lunak apabila mempunyai daya dukung lebih kecil dari  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai *standard penetration test* lebih kecil dari 4 ( $N\text{-value} < 4$ ). Berdasarkan uji lapangan, tanah lunak secara fisik dapat diremas dengan mudah oleh jari-jari tangan. Menurut Toha (1989), sifat umum tanah lunak adalah memiliki kadar air 80-100%, batas cair 80-110%, batas plastis 30-45%, saat dites *sieve analysis*, maka butiran yang lolos oleh saringan no 200 akan lebih besar dari 90% serta memiliki kuat geser 20-40  $\text{kN/m}^2$ .

Menurut Hardiyantmo (1992), nilai *specific gravity* ( $G_s$ ) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam macam-macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Nilai *specific gravity* untuk berbagai jenis tanah terhadap pada tabel 2.2 Berat jenis tanah.

**Table 2.2** Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau Anorganik	2,62-2,68
Lanau Organic	2,58-2,65
Lempung Anorganik	2,68-2,75
Hamus	1,37
Gambut	1,25-1,80

**Sumber:** Hardiyatmo, 1992

Indeks Plastisitas (PI) adalah interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitan tanah. Jika tanah mempunyai nilai indek plastisitas tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika tanah mempunyai nilai indek plastisitas rendah, seperti lanau, maka sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, dan jenis tanah terdapat pada tabel 2.3.

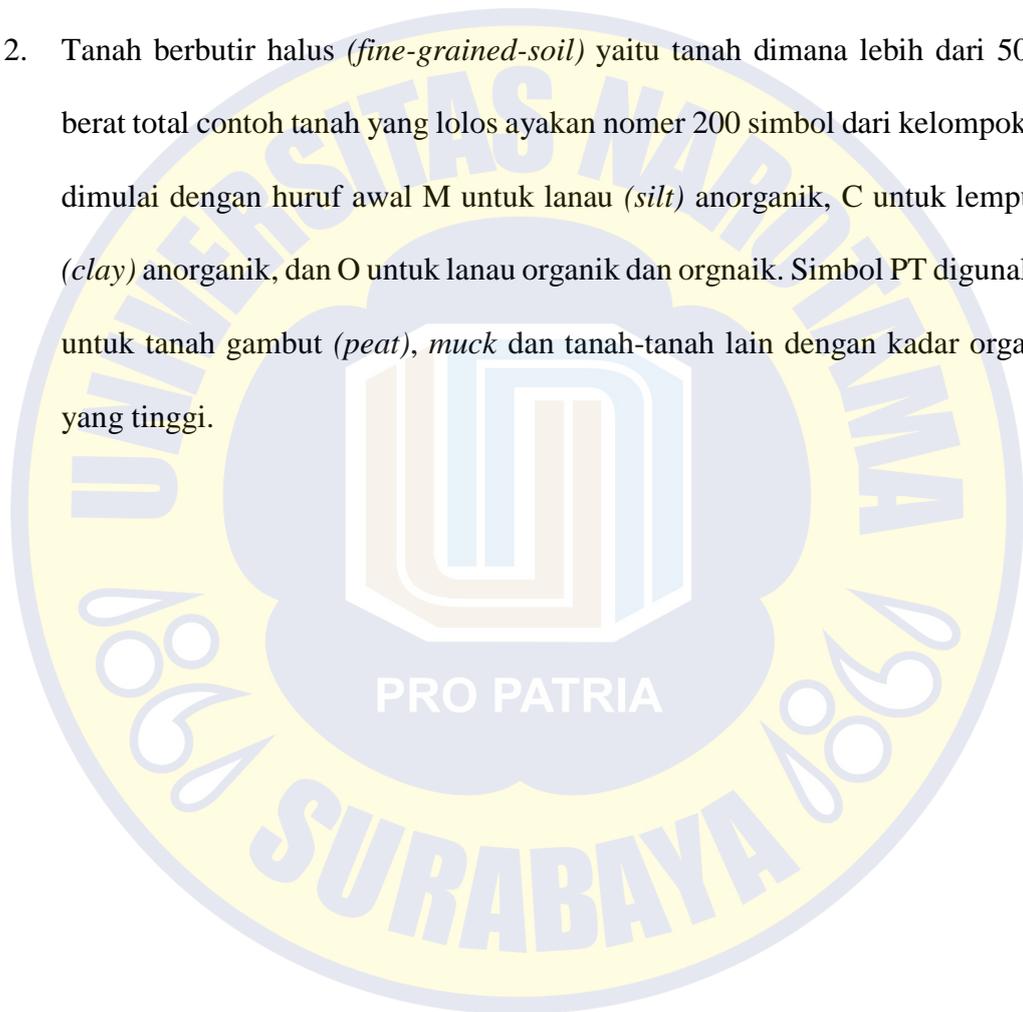
**Table 2.3** Nilai Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah

PI	Sifat	Jenis Tanah	Plastisitas	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Plastis	Non Kohensif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Rendah	Agak Kohesif
7-17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Sedang	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Tinggi	Kohesif

**Sumber:** Jumikis, 1962

Klasifikasi berdasarkan *unified system* (Braja,1989), tanah dikelompokan menjadi:

1. Tanah butir kasar (*coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos akan no 200. Simbol dari kelompok ini mulai dengan huruf awal G dan S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah unutm pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah yang lolos ayakan nomer 200 simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan orgnaik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck* dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.



**Table 2.4** Korelasi Sondir dengan Nilai SPT

Konsistensi Tanah	Taksiran Harga Kekuatan Geser <i>Undrained CU</i>		Taksiran Harga SPT, Harga N	Taksiran Harga Tahanan Conus, $Q_u$ dari Sondir	
	Kpa	Ton/m <sup>3</sup>		Kg/Cm <sup>2</sup>	Kpa
Sangat Lunak ( <i>Very Soft</i> )	0–12.5	0–1.25	0–2.5	0–10	0-1000
Lunak ( <i>Soft</i> )	12.5–25	1.25-2.5	2.5-5	10-20	1000-2000
Menengah ( <i>Medium</i> )	25-50	2.5-5	5-10	20-40	2000-4000
Kaku ( <i>Stiff</i> )	50-100	5-10	10-20	40-75	4000-7500
Sangat Kaku ( <i>Very Stiff</i> )	100-200	10-20	20-40	75-150	7500-5000
Keras ( <i>Hard</i> )	>200	>20	>40	>150	>15000

Sumber: Mochtar, 1994

### 2.3 Muka Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antara butiran-butiran tanah yang meresap kedalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer. Lapisan yang mudah dilalui oleh air tanah disebut lapisan permeable, seperti lapisan yang terdapat pada pasir atau kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan lempung. Lapisan yang dapat menangkap dan meloloskan air disebut akuifer (Herlambang,

1996).

## 2.4 Persyaratan Teknis Jalan

Dalam peraturan menteri pekerjaan umum (2011), persyaratan teknis jalan merupakan ketentuan yang harus dipenuhi oleh suatu ruas jalan agar jalan dapat berfungsi secara optimal sesuai standar pelayanan minimal jalan untuk melayani lalu lintas dan angkutan jalan.

Lingkup persyaratan teknis jalan meliputi:

1. Kecepatan rencana
2. Lebar badan jalan
3. Kapasitas jalan
4. Jalan masuk
5. Persimpangan sebidang dan fasilitas berputar balik
6. Bangunan pelengkap jalan
7. Perlengkapan jalan
8. Penggunaan jalan sesuai dengan fungsinya
9. Ketidak terputusan jalan

Lingkup kriteria perencanaan teknis jalan antara lain:

1. Fungsi jalan
2. Kelas jalan
3. Bagian-bagian jalan
4. Dimensi jalan
5. Muatan sumbu terbatas, volume lalu lintas, dan kapasitas jalan

6. Persyaratan geometrik jalan
7. Konstruksi jalan
8. Konstruksi bangunan pelengkap jalan
9. Perlengkap jalan
10. Kelestarian lingkungan hidup
11. Ruang bebas

Untuk setiap kelas jalan tertentu, terdapat ketentuan lebar, panjang, dan tinggi kendaraan maksimum yang boleh melewatinya. Hal ini untuk memastikan bahwa kendaraan maksimum yang boleh melewatinya. Hal ini untuk memastikan bahwa kendaraan yang melalui tidak akan mengalami hambatan untuk melaju dengan baik untuk bergerak lurus maupun berbelok/berbalik arah/beputar, kendaraan yang diizinkan lewat harus memiliki radius putar yang cukup untuk melakukan gerakan dengan mulus. Tabel 2.4 menunjukkan ukuran kendaraan maksimum untuk setiap kelas jalan menurut Pasal 19 PP No. 79/2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Pada tabel tersebut tidak terlihat perbedaan lebar dan tinggi kendaraan maksimum antara jalan kelas I dan II. Perbedaan kedua kelas jalan tersebut akan terlihat pada tabel 2.5 yaitu menerangkan dalam hal muatan sumbu terberat.

**Table 2.5** Ukuran Kendaraan Maksimum untuk Tiap Kelas Jalan

<b>Kelas Jalan</b>	<b>Fungsi Jalan</b>	<b>Lebar Kendaraan Maksimum (M)</b>	<b>Panjang Kendaraan Maksimum (M)</b>	<b>Tinggi Kendaraan Maksimum (M)</b>
I	Arteri dan Kolektor	2,5	18	4,2
II	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	2,5	12	4,2
III	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	2,1	9	3,5
Khusus	Diatur dalam Peraturan Pemerintah Tersendiri			

**Sumber:** Putranto LS, 2016

Beban gandar kendaraan penting diketahui untuk menentukan tebal perkerasan dan kemiringan memanjang maksimum. Tabel 2.5 menunjukkan muatan sumbu

teberat untuk tiap kelas jalan sebagaimana diatur dalam pasal 19 PP. No. 79/2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

**Table 2.6** Muatan Sumbuh Terberat untuk Tiap Kelas Jalan

<b>Kelas Jalan</b>	<b>Fungsi Jalan</b>	<b>Muatan Sumbuh Terberat (Ton)</b>
I	Arteri dan Kolektor	10

Sumber: Putranto LS, 2016

**Table 2.7** Muatan Sumbuh Terberat untuk Tiap Kelas Jalan Lanjutan

<b>Kelas Jalan</b>	<b>Fungsi Jalan</b>	<b>Muatan Sumbuh Terberat (Ton)</b>
II	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	8
III	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	8
Khusus	Diatur dalam Peraturan Pemerintah Sendiri	

Sumber: Putranto LS, 2016

## 2.5 Dasar Klasifikasi Perencanaan Jalan

Dalam standar perencanaan geometri untuk jalan perkotaan, 1992 klasifikasi perencanaan jalan terbagi dalam beberapa tipe serta kelas jalan seperti berikut:

Tipe-I, kelas I: Jalan standar tertinggi dalam melayani lalu lintas cepat antara regional atau antar kota dengan peraturan jalan masuk secara penuh.

Tipe-II, kelas II: Jalan dengan standar tertinggi dalam melayani lalu lintas cepat anatara regional atau didalam kota-kota metropolitan dengan sebagian atau tanpa pengaturan jalan masuk.

Tipe-II, kelas I: Jalan dengan standar tertinggi bagi jalan-jalan dengan 4 jalur atau lebih, memberikan pelayanan angkutan cepat bagi angkutan anatara kota atau dalam kota, dengan kontrol.

Tipe-II, kelas II: Jalan dengan standar tertinggi bagi jalan dengan 2 atau 4 jalur dalam melayani angkutan cepat antar kota dan dalam kota, terutama untuk persimpangan tanpa lampu lalu lintas.

Tipe-II, kelas III: Jalan dengan standar menengah bagi jalan dengan 2 jalur untuk melayani angkutan dalam distrik dengan kecepatan sedang, untuk persimpangan tanpa lampu lalu lintas.

Tipe-II, kelas IV: Jalan dengan standar terendah bagi jalan satu arah yang melayani hubungan denah jalan-jalan lingkungan MHT.

## 2.6 Umur Rencana

Umur rencana pekerjaan jalan *frontage* yaitu jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural dan diperlukan *overlay* lapisan pekerjaan. Umur rencana pekerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapat ketelitian yang memadai.

## **2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan**

Perencanaan perkerasan jalan yaitu lapisan yang dibangun di atas tanah, dengan maksud untuk menahan beban lalu lintas atau kendaraan, dan tahan terhadap perubahan cuaca yang sering terjadi. Konstruksi ini terjadi dari lapisan-lapisan yang berfungsi menerima dan menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan dibawahnya hingga tanah dasar.

## **2.8 Topografi**

Peta topografi yaitu peta yang menggambarkan bentuk permukaan bumi melalui garis-garis ketinggian. Menurut Suparno dan Endy (2005), keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan maka lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Peta topografi mutlak digunakan, khususnya di dalam perencanaan pengembangan wilayah, sehubungan dengan pemulihan lokasi atau di dalam pekerjaan konstruksi. Peta topografi digunakan pada tahapan awal dari kegiatan lapangan untuk membahas tentang kemungkinan proses geologi mudah yang mungkin saja terjadi, seperti proses erosi, gerak tanah atau bahaya longsor dan aktivitas pergerakan tanah lainnya. Selain itu, dengan memiliki peta topografi dapat dilihat keadaan bentang alam pada suatu daerah dan sedikit banyak menjadi cerminan dari keadaan geologinya, terutama distribusi batuan. Pada bidang teknik sipil, selain berfungsi untuk mengetahui keadaan tanah pada suatu daerah juga berfungsi untuk melihat elevasi tanah. Elevasi berfungsi untuk menentukan ketinggian suatu dataran dari mulai di atas permukaan laut. Pada proyek, elevasi

berfungsi acuan dalam perencanaan suatu bangunan.

### **2.7.1 Karakteristik Peta Topografi**

Peta yang menyajikan unsur ketinggian yang mewakili dari bentuk lahan disebut dengan peta topografi (Noor dalam Djuhadi, 2009). Peta topografi tidak terlalu banyak memberikan informasi secara detail tentang suatu daerah, kecuali informasi mengenai ketampakan alam atau tinggi rendahnya bentuk permukaan bumi saja. Secara garis besar menjelaskan peta topografi merupakan peta yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Peta kontur pada umumnya berwarna putih dan kuning dengan garis – garis yang tercetak dengan jelas. Peta topografi tidak memiliki banyak warna karena kebutuhan informasi yang diberikan. Informasi pokok yang diberikan oleh peta topografi ini sebatas kontur tanah saja sehingga garis – garis kontur dibuat tercetak jelas supaya pembaca dapat memahami isi dari peta tersebut.
2. Peta topografi menggunakan skala yang besar guna memberikan informasi sedetail mungkin ke pada pembaca. Selain itu dengan skala lebih besar, ukuran yang tertera pada peta akan semakin akurat.
3. Ciri khusus dari peta topografi yang sangat mudah dikenali adalah, terdapat garis-garis halus namun tegas yang tergambar pada peta tersebut. Garis-garis itu disebut dengan garis kontur. Garis kontur ini berjumlah sangat banyak dan digambar memenuhi peta. Garis kontur merupakan kombinasi dua segmen garis yang saling berhubungan namun tidak saling berpotongan. Garis kontur ini menunjukkan titik elevasi pada peta topografi supaya pembaca dapat melihat dan

mengetahui dengan jelas keadaan yang dimaksud.

### 2.7.2 Macam-Macam Garis Kontur

Menurut Rosana dalam Al Wahidy (2013), garis kontur memiliki beberapa sifat dan fungsi tertentu pada sebuah peta. Sifat dan fungsi tersebut dirangkum sebagai berikut:

#### a) Sifat Garis Kontur

1. Garis kontur yang lebih rapat lerengnya lebih curam.
2. Garis kontur bersifat selalu horizontal.
3. Garis kontur selalu membelok-belok dan akan mengikuti dan akan mengikuti lereng dari suatu lembah.
4. Garis kontur selalu tegak lurus jurusan air yang mengalir dipermukaan.
5. Garis kontur merupakan garis yang tertutup.

#### b) Fungsi Garis Kontur

1. Menunjukkan tinggi suatu tempat.
2. Untuk menunjukkan bentuk relief.
3. Untuk menunjukkan lereng.
4. Untuk menunjukkan besarnya kemiringan lereng. Garis kontur merupakan garis yang digambarkan dalam peta yang menunjukkan titik-titik yang sama tingginya, dari suatu bidang referensi tertentu.

#### c) Garis kontur memiliki 3 macam garis:

1. Garis kontur biasa digambarkan sebagai garis dengan ketebalan yang secara umum seragam. Jarak antara keduanya adalah 1/2000 kali skala peta dan

ditetapkan sesuai kepentingan peta yang akan digunakan.

2. Garis kontur indeks garis kontur yang digambarkan lebih tebal lima sampai sepuluh kali lebih tebal dari garis kontur biasa. Pada setiap garis indeks, tercantum elevasi permukaan tanah yang mewakili.
3. Garis kontur depresi garis kontur yang digambarkan dengan menunjukkan arah menurun. Pada peta biasanya warna garis ini digambarkan dengan warna biru, namun pada peta tidak berwarna garis kontur depresi digambarkan dengan garis sisir yang mulus.

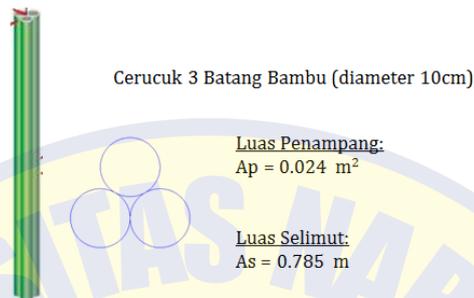
## **2.9 Pemakaian Cerucuk Bambu pada Tanah Lunak**

Pemakaian cerucuk dimaksudkan untuk meningkatkan tahanan geser tanah pada lokasi yang dilakukan studi. Apabila tahanan tanah terhadap geser meningkat, daya dukung tanah tersebut meningkat. Konstruksi cerucuk yang dapat dipakai yaitu, cerucuk bambu, cerucuk kayu, cerucuk beton (*micropile*) dan lain-lain. pemakaian cerucuk pada tanah lunak bertujuan untuk:

1. Meningkatkan daya dukung tanah, sebagai akibat dari pemasangan cerucuk ke dalam tanah lunak sehingga tanah di sekitar cerucuk menjadi lebih padat karena perubahan sebagian volume tanah ditempati oleh tiang cerucuk. Bilamana suatu tiang dimasukkan kedalam tanah, maka tanah di sekitarnya sampai pada jarak dua kali diamnya akan memadat (Cassagrande, 1932).
2. Menghindari terjadinya *sleding*, karena cerucuk dapat menahan gaya geser lebih besar dari pada tanah, selain itu cerucuk diumpamakan suatu tulangan

penguat sehingga akan mampu menahan gerakan-gerakan yang terjadi pada tanah tersebut.

3. Mengurangi terjadinya penurunan dari fondasi konstruksi.



**Gambar 2.1** Cerucuk Bambu 1 Group terdiri 3 Batang Bambu

Jenis-jenis bambu yang dapat digunakan atau direkomendasikan untuk digunakan sebagai material matras dan cerucuk bambu adalah sebagai berikut:

1. Bambu tali (*ginantochloa apus*), bambu ini amat kuat, dengan jarak ruas sampai 65 cm dan dengan garis tengah 40-80 mm serta panjang batang mencapai 6-13 m.
2. Bambu petung (*dendrocalamus asper*), bambu ini tergolong amat kuat, dengan jarak ruas pendek, dengan dindingnya yang tebal. Garis tengah bambu 80-130 cm, panjang batang 10-20 m. Bambu ini biasanya ditanam pada ketinggian 1900 m dari permukaan laut.
3. Bambu ori/duri (*bambusa blumeana*), bambu ini juga kuat dan besar mirip bambu petung, dengan jarak ruas pendek juga dindingnya tebal, bagian kulit luar lebih halus dan licin dibandingkan dengan bambu lainnya. Garis tengah bambu 75-100 mm, panjang batang 9-18 m.

Matras cerucuk bambu pada pelaksanaan di lapangan dibuat bersusun/berlapis-lapis, bertujuan untuk mengurangi beban timbunan yang besar

dan menjaga butiran timbunan tidak sampai terurai.



**Gambar 2.2** Model Cara Perletakan Matras Cerucuk Bambu

Pemakaian matras cerucuk bambu ini disamping lebih murah dari pada memakai *geotextile*, disamping itu juga lebih ramah lingkungan, karena bambu banyak dihasilkan dari alam Indonesia.

## 2.10 Geotextile

Pada penelitian Saputra (2017) *geotextile* adalah salah satu geosintetik dari beban polimer yang memiliki fungsi seagai beban untuk perkuatan dan digunakan untk melakukan perbaikan kinerja. *Geotextile* dalam pembuatannya terdiri dari elemen tekstil berupa serat atau helaian yang disatukan menjadi lembaran. *Geotextile* dibagi menjadi 2 berdasarkan cara atau metode yang digunakan dalam mengkobinasikan menjadi lembaran atau filamen.

### 2.9.1 Jenis-Jenis *Geotextile*

#### a *Geotextile Woven*

Dalam penelitian (Saputra,2017) *geotextile woven* adalah produk dari

geosintetik yang proses pembuatannya dilakukan dengan cara anyaman, dan memiliki 2 arah anyaman yaitu atas dan bawah. *Geotextile* anyaman dibuat dengan *silt film tape polypropylene* yang pemakaiannya sudah menyebar luas di Indonesia. *Geotextile* anyaman mempunyai kuat tarik maksimal dengan berat beban minimal. Bahan ini juga tidak mudah sobek pada saat diaplikasikan sebagai *separator* atau pemisah. Apabila bahan ini sudah sobek saat dipasang maka fungsinya sebagai pemisah tidak akan bekerja maksimal.

*Geotextile* anyaman memiliki permukaan atau tekstur agak unik dalam memberikan koefisien geser yang besar saat dipasang diantara tanah yang kohesif sekalipun. Karena akan memiliki pengaruh pada panjang penjangkaran saat dibutuhkan untuk perkuatan tanah.

*Geotextile* anyaman ialah bahan yang berbentuk seperti lembaran yang dibuat dari benang polimer yang dianyam dengan mesin modern dengan teknologi tinggi. *Geotextile* anyaman sendiri memiliki sifat *permeable* serta memiliki kuat tarik (*tensile strength*) yang sangat tinggi. Dan jika dibandingkan dengan *geotextile non woven* atau tidak anyaman *geotextile* anyaman memiliki kuat tarik yang lebih tinggi (Saputra, 2017). Untuk bentuk dan tampilan *geotextile woven* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini:



**Gambar 2.3** *Geotextile Woven*

*Geotextile woven* memiliki fungsi sebagai bahan material stabilitor pada tanah dasar, misalnya tanah lunak dan pasir. Bisa juga terapkan pada perkuatan pada lahan timbunan, reklamasi, dan jalan serta bisa untuk jalur kereta api.

**b** *Geotextile Non Woven*

*Geotextile non woven* ini jenis bahan yang dibuat dari material *polyester* dan *polypropylene*. Geotextile tidak teranyam sendiri dirancang dengan tujuan agar saat diaplikasikan di lapangan dapat bekerja secara optimal/satuan berat. *Geotextile non woven* memiliki ketahanan mekanik serta hidrolis yang sangat baik sehingga menjadikannya sebagai pilihan tepat dan bisa dijadikan lapisan penyaring dan pemisah. Untuk bentuk dan tampilan *geotextile woven* dapat dilihat pada, gambar 2.4 berikut ini:



**Gambar 2.4** *Geotextile Non Woven*

### **2.9.2 Fungsi Geotextile**

*Geotextile* sebagai penyaring (*filter*) memiliki sifat permeabilitas yang tinggi sehingga mampu mengalirkan air yang melalui bahan *geotextile*. *Geotextile* stabilisator ini memiliki kuat tarik yang baik yang dapat menyalurkan beban di atasnya secara merata sehingga dapat meningkatkan kekuatan tanah pada proses pengurugan.

*Geotextile* pemisah (*separator*) ini diketahui sebagai material yang efektif mencegah tercampurnya tanah lunak dengan tanah perkerasan di atasnya seperti pada kasus pembangunan jalan di atas tanah lunak. Sering kali tanah lunak bergerak naik di sini fungsi *geotextile* untuk mencegah naiknya tanah lunak ke tanah perkerasan. Kelebihan dari *geotextile* memiliki daya mulur atau elastisitas yang baik dan dapat menahan gaya geser yang terjadi sehingga sangat cocok dijadikan pemisah antara tanah lunak dan tanah perkerasan di atasnya.

Pada proyek perencanaan jalan *frontage* ini menggunakan *geotextile woven* kelas 1 dan menggunakan 1 lapis kelas 1 sebagai media pemisah untuk mencegah tercampurnya tanah lunak dengan tanah pekerjaan di atasnya serta menjadi penahan

gaya geser pada tanah.

## 2.11 Timbunan

Dilihat dari topografi lokasi studi Juanda Sidoarjo merupakan daerah tanah lunak atau persawahan hal ini berdampak pada penanganan fondasi tanah dasarnya. Maka dipilihnya metode penanganan untuk jalan *frontage* adalah menggunakan timbunan material pilihan. Timbunan terbagi menjadi empat, yaitu embankment biasa, embankment pilihan, embankment pilihan untuk area rawa, dan timbunan struktur granular. Setiap timbunan embankment digunakan pada kondisi tertentu seperti embankment pilihan untuk *slope stablitation* atau timbunan dimana kekuatannya adalah faktor kritis. Embankment pilihan pada area rawa menggunakan geogrid dan ditimbun, melintasi tanah rawa. Timbunan granular sendiri digunakan untuk selimut drainase.

Timbunan atau urugan dibagi dalam 2 sesuai macam pengguna:

1. Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat. Bahan timbunan biasa harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh pengawas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam pekerjaan permanen.

- Bahan yang dipilih tidak termasuk tanah yang plastisitasnya tinggi, yang diklasifikasi sebagai A-7-6 dari persyaratan AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam sistim klasifikasi “*unified* atau *casagrande*”. Sebagai tambahan, urugan ini harus memiliki CBR yang tak kurang dari 6 %, bila diuji dengan AASHTO T 193.
  - Tanah yang pengembangannya tinggi yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 bila diuji dengan AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif diukur sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI)-(AASHTO T 90) dan persentase ukuran lempung (AASHTO T 88).
2. Timbunan pilihan, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan fondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan. Bahan timbunan pilihan harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:
- Timbunan hanya boleh diklasifikasikan sebagai “Timbunan Pilihan” bila digunakan pada lokasi atau untuk maksud yang telah ditentukan atau disetujui secara tertulis oleh pengawas.
  - Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah berpasir (*sandy clay*) atau padas yang memenuhi persyaratan dan sebagai tambahan harus memiliki sifat tertentu tergantung dari maksud

penggunaannya. Dalam segala hal, seluruh urugan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10 %, bila diuji sesuai dengan AASHTO T 193.

## **2.12 Metode Elemen Hingga**

Dalam Buku Mekanika Tanah 2 Edisi IV (Hardyanto, 2007) Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) diperkenalkan pertama kali oleh Woodward Clough (1967), tapi digunakan secara terbatas pada tanah dengan struktur yang kompleks. Dalam kasus yang khusus, penggunaan metode elemen hingga bisa mengakomodasi penggalian dan penimbunan yang memiliki pengaruh secara bertahap tegangan dalam tanah yang berpengaruh secara bertahap, sehingga tegangan dalam tanah yang berpengaruh terhadap deformasi yang terjadi dapat ditelusuri.

## **2.13 Analisis Metode Elemen Hingga dengan Program Plaxis**

Analisis metode elemen hingga dapat menggunakan program *plaxis* untuk mempermudah menganalisis metode tersebut dan memperoleh hasil yang baik.

## **2.14 Faktor Keamanan**

Faktor kewanan (SF) diartikan sebagai rasio antara gaya yang menahan kuat geser terhadap gaya yang bekerja pada tegangan geser untuk mencapai keseimbangan atau kestabilan tanah.

Dalam penentuan kriteria faktor keamanan ialah sebagai risiko yang akan dihadapi, kondisi massa dan param yang dibutuhkan dalam analisis kesetabilan

tanah lunak. Ada beberapa risiko yang akan dihadapi dalam analisis kestabilan tanah lunak, ada 3 antara lain, rendah, sedang, dan tinggi. Tugas utama seorang *engineering* yang melakukan penelitian kestabilan tanah lunak dengan tujuan menentukan angka keamanan. Secara garis besar angka keamanan dirumuskan dalam persamaan (2.4) berikut ini:

$$FK = \frac{\tau_f}{\tau_d} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana FK= Faktor keamanan tanah

$\tau_f$ = Kuat geser rata-rata dari tanah

$\tau_d$ = Tegangan geser rata-rata yang terjadi pada bidang longsor

## 2.15 Pengaruh-Pengaruh terhadap Stabilitas Tanah

### 2.14.1 Pengaruh Tekan Aktif

Menurut Hardiyatmo (2007) mengatakan bahwa tegangan efektif adalah tegangan yang memiliki pengaruh terhadap kekuatan geser dan memiliki pengaruh terhadap perubahan penurunan material tanah. Material tanah sendiri terdiri dari ruang pori-pori terhadap butiran padat. Dalam penelitian Permana (2016 dalam Craig, 1989) mendefinisikan bahwa tanah diilustrasikan partikel – partikel padat (*solid skeleton*) yang dibatasi pori – pori yang di dalamnya adanya air dan udara. Volume kerangka tanah dapat mengalami perubahan secara menyeluruh yang diakibatkan oleh adanya regenerasi partikel pada posisi yang baru.

Untuk menahan tegangan geser tanah dapat dilakukan dengan

memanfaatkan gaya yang dikarenakan adanya persinggungan dengan partikel lainnya. Dan untuk tegangan normal tanah dapat ditahan dengan gaya antar partikel dari kerangkah tanah. Bila tanahnya pada kondisi yang sempurna, muka air tanah akan naik untuk menahan tegangan normal pada tanah.

Pada penelitian Terzaghi pada tahun 1923 (dalam Hardiyatmo, 2006) memiliki prinsip bahwa tegangan efektif yang disesuaikan dengan data tes tanah. Prinsip tersebut hanya diberlakukan pada tanah jenuh yang sempurna. Berikut ini tegangan yang memiliki hubungan dengan prinsip di atas, ialah:

- Dengan tegangan normal ( $\sigma$ ) yang berada pada bidang berat tanah yakni tegangan yang disebabkan oleh berat beban total tanah serta air didalam ruang pori-pori, satuan luas, yang arahnya *vertical*/tegak lurus.
- Dengan tekanan muka air tanah ( $U$ ), atau tegangan netral yang ada bekerja ke beberapa arah yang sama besar, yakni tekanan muka air tanah yang mengisi ruang butiran-butiran padat.
- Dengan tegangan efektif normal ( $\sigma'$ ) yang ada bidang massa, dan tanah menghasilkan beban berat/satuan luas.

Di bahwa ini hubungan dari ke 3 tegangan di atas dapat dilihat pada persamaan (2.1) ialah sebagai berikut:

$$\sigma = \sigma' + U \dots\dots\dots (2.1)$$

**2.14.2 Pengaruh Kuat Geser Tanah**

Kekuatan geser adalah kemampuan tanah untuk menahan keruntuhan

kegagalan (*failure*), atau yang terjadi pada saat tanah dibenai (Hardiyatmo, 2006). Terjadi gerak aktif diantara butiran-butiran tanah menyebabkan keruntuhan tetapi bukan disebabkan oleh hancurnya butiran tanah.

Untuk param kekuatan geser tanah sangatlah dibutuhkan dalam analisis kapasitas daya dukung tanah, dan stabilitas lereng, serta untuk gaya dorong yang ada pada dinding penahan tanah. Dalam teori Mohr (2010), yang terdapat pada buku Mekanika Tanah Edisi IV (Hardyatmo, 2007), keruntuhan dapat terjadi karena sesuatu material bila adanya kombinasi diantara tegangan normal dan tegangan geser yang berada dalam keadaan kritis.

Kekuatan geser menurut buku Mekanika Tanah Edisi ke IV (Hardyatmo, 2007) adalah gaya yang saling berlawanan yang terjadi diantara butiran tanah dengan tarikan atau desakan. Dasar permasalahan tersebut, bila dilakukan pembebanan yang akan di tanah dengan:

Untuk kohesi tanah ditinjau dari jenis dan kepadatan tanahnya, tapi tidak ditinjau dari tegangan normal tanah yang bekerja pada permukaan/bidang gesernya.

Terjadinya gesekan antara butiran tanah yang sebanding dengan tegangan normal pada permukaan/bidang geser.

Pada teori Coulumb (1776), dalam buku Mekanika Tanah Edisi IV (Hardiyatmo, 2006), mendefinisikan fungsi bahwa tanah linear pada tegangan normal ( $\sigma$ ) pada permukaan/bidang tersebut dan pada titik yang sama, dalam persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\tau = c + tg \dots\dots\dots (2.2)$$

Pengertian yang didasarkan pada (Terzaghi, 1925), dalam buku Mekanika

Tanah Edisi IV (Hardiyatmo, 2006), persamaan Coulomb dirubah menjadi tegangan efektif pada persamaan (2.3) dibawah ini:

$$\tau' = c' + \sigma' \tan \varphi \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:  $\tau$  = Kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = Kohesi (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Tegangan normal (kN/m<sup>2</sup>)

$\varphi$  = Sudut geser dalam tanah (°)

### 2.16 Pengaruh tekanan Aktif dan Pasif

Menurut Bowles (1986), tekanan aktif dan tekanan pasif tanah sangat penting untuk masalah stabilitas tanah, dan pembentukan tahanan. Gaya tarik dengan memakai perkuatan jangkar. Apabila penahan tanah mengalami gelincir atau gerak ke arah bawah dan ke arah samping kemudian menekan dinding penahan tanah. Tekanan yang terjadi seperti ini yaitu tekanan tanah aktif sedangkan tekanan yang terjadi dengan nilai yang lebih kecil dari pada nilai tanah dalam keadaan diam, tekanan aktif tanah merupakan gaya dorong pada dinding penahan ke arah tanah urukan, tekanan tanah aktif dan tekanan tanah saat saat diam lebih kecil dari pada nilai tekanan pasif, maka tekan pasif tanah tersebut adalah nilai maksimum gaya yang berkembang pada tanah dengan gerakan struktur penahan tanah pada tanah urukan, yakni gaya menunjukkan perlawanan tanah sebelum terjadi keruntuhan pada dinding penahan tanah (Hardiyatmo, 2006).