

**ANALISIS STABILITAS TANAH RAWA MENGGUNAKAN
FREE DRAINING MATERIAL
(STUDY KASUS JALAN TOL INDRAPURA-KISARAN)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyarat Ujian
Sarjana Teknik Sipil Starata Satu
Universitas Medan Area**

Disusun Oleh:

**YOGA SYAHPUTRA ADI PURNAMA
188110065**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/7/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)4/7/23

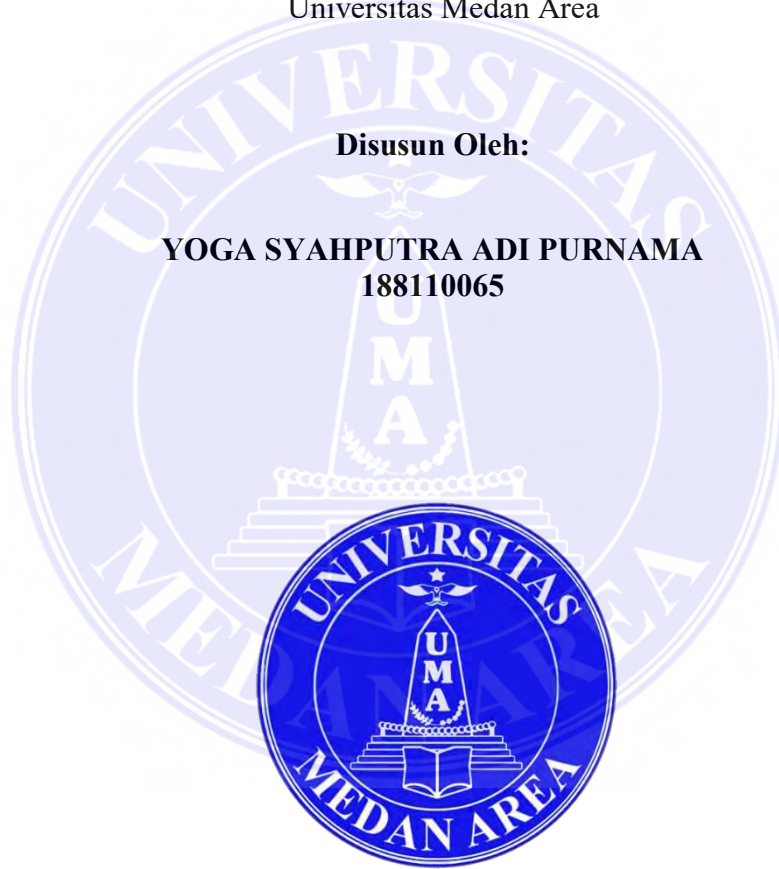
**ANALISIS STABILITAS TANAH RAWA MENGGUNAKAN
FREE DRAINING MATERIAL
(STUDY KASUS JALAN TOL INDRAPURA-KISARAN)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyarat Ujian
Sarjana Teknik Sipil Starata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

**YOGA SYAHPUTRA ADI PURNAMA
188110065**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/7/23


Access From (repository.uma.ac.id)4/7/23

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS STABILITAS TANAH RAWA MENGGUNAKAN
FREE DRAINING MATERIAL
(STUDY KASUS JALAN TOL INDRAPURA-KISARAN)

Diajukan Untuk Memenuhi Persyarat Ujian
Sarjana Teknik Sipil Starata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:
Yoga Syahputra Adi Purnama
188110065

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Ir. H. Irwan, MT
NIDN: 0004045901

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ridwan Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN: 01050588004

Ketua Prodi Teknik Sipil



Hermansyah, S.T, M.T
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/7/23

Access From (repository.uma.ac.id)4/7/23

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : Yoga Syahputra Adi Purnama

NPM : 188110065

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Stabilitas Tanah Rawa Menggunakan Free Draining Material (FDM) Study Kasus Jalan Tol Indrapura-Kisaran

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat) maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar kesarjanaan atau sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 20 mei 2023
Yang Membuat Pernyataan



Yoga Syahputra Adi Purnama
188110065

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yoga Syahputra Adi Purnama

NIM : 1881 0065

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right) atas karya saya yang berjudul Analisis Stabilitas Tanah Rawa Menggunakan Free Draining Material (FDM) Study Kasus Jalan Tol Indrapura-Kisaran. Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 20 mei 2023
Yang membuat pernyataan

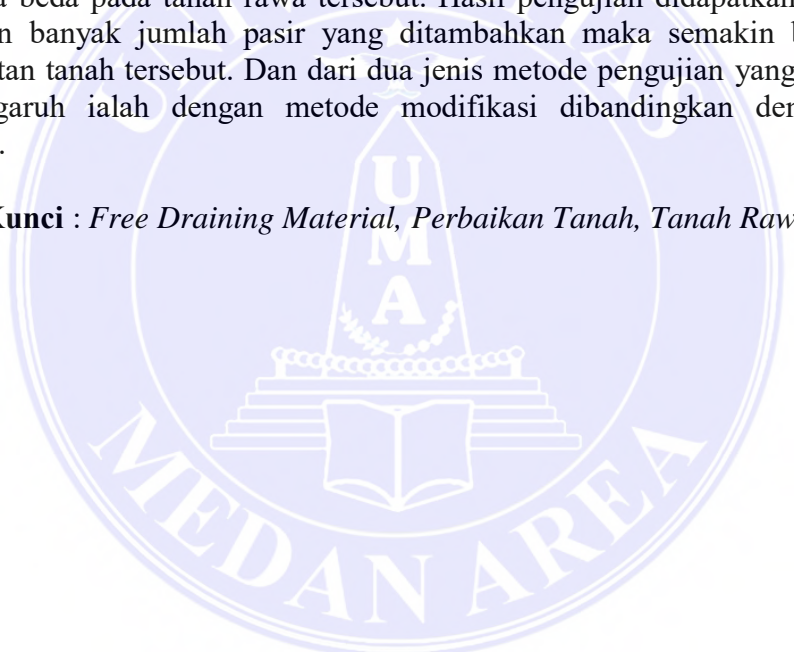


Yoga Syahputra Adi Purnama
188110065

ABSTRAK

Metode Free Draining Material (FDM) sangat cocok untuk proyek ini dikarenakan prosesnya yang mudah dan bahan material FDM yang mudah didapat. Tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui sistem Free Draining Material memiliki pengaruh besar bagi stabilitas tanah rawa di jalan tol Indrapura-Kisaran. Berikut hasil dari pengujian sandcone pada kondisi awal dengan nilai kepadatannya 71.2% bisa dibandingkan dengan kondisi yang telah diperbaiki dengan material FDM dengan hasil kepadatan tanah timbunannya sebagai berikut: Untuk layer 1 didapatkan kepadatan rata-rata = 96.4%, Untuk layer 2 didapatkan kepadatan rata-rata = 95.6%, Untuk layer 3 didapatkan kepadatan rata-rata = 97.4%, Untuk layer 4 didapatkan kepadatan rata-rata = 96.7%, Untuk layer 5 didapatkan kepadatan rata-rata = 96.6%, Untuk layer 6 didapatkan kepadatan rata-rata = 97.4%, dan Untuk layer 7 didapatkan kepadatan rata-rata = 97.3%. Dari data *SandCone* di atas maka nilai kepadatan layer perlayer memenuhi spesifikasi teknis. Terakhir dilakukan pengujian standar proctor dan modifikasi proctor dengan penambahan pasir yang berbeda-beda pada tanah rawa tersebut. Hasil pengujian didapatkan hasil bahwa semakin banyak jumlah pasir yang ditambahkan maka semakin besar tingkat kepadatan tanah tersebut. Dan dari dua jenis metode pengujian yang paling besar berpengaruh ialah dengan metode modifikasi dibandingkan dengan metode standar.

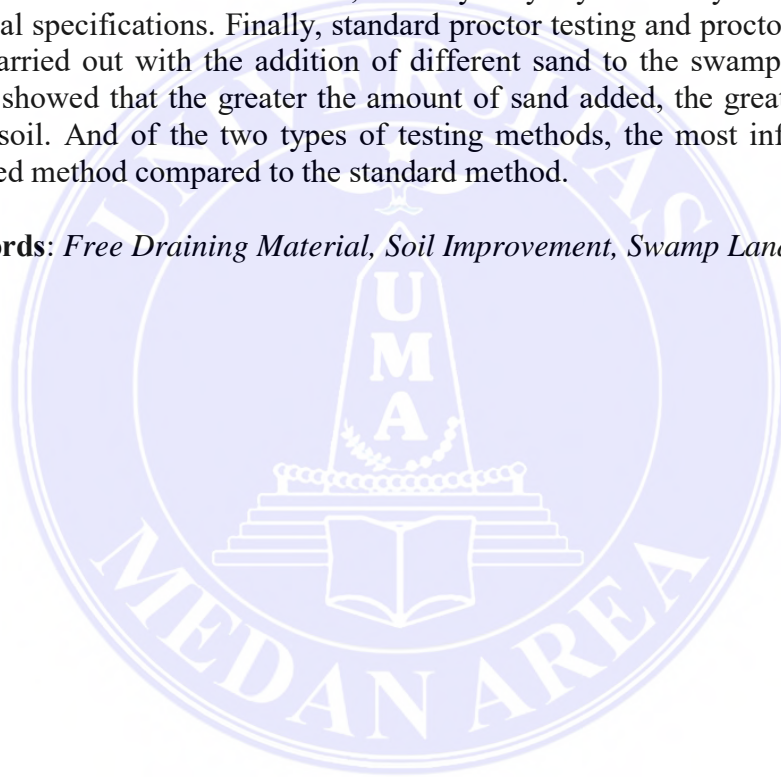
Kata Kunci : *Free Draining Material, Perbaikan Tanah, Tanah Rawa*



ABSTRACT

The Free Draining Material (FDM) method is perfect for this project because the process is easy and the FDM materials are easily available. The purpose of this research is to find out that the Free Draining Material system has a major influence on the stability of the swamps on the Indrapura-Kisaran toll road. The following results from the sandcone test in the initial conditions with a density value of 71.2% can be compared to conditions that have been repaired with FDM material with the results of the soil heap density as follows: For layer 1, the average density is obtained = 96.4%, For layer 2, the average density is obtained average = 95.6%, For layer 3, the average density is = 97.4%, For layer 4, the average density is = 96.7%, For layer 5, the average density is = 96.6%, For layer 6, the average density is = 97.4%, and For layer 7, the average density is = 97.3%. From the SandCone data above, the layer-by-layer density values meet the technical specifications. Finally, standard proctor testing and proctor modification were carried out with the addition of different sand to the swamp soil. The test results showed that the greater the amount of sand added, the greater the density of the soil. And of the two types of testing methods, the most influential is the modified method compared to the standard method.

Keywords: *Free Draining Material, Soil Improvement, Swamp Land*



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah. Puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar sarjana dalam bidang study Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area, dengan judul :

“Analisis Stabilitas Tanah Rawa Menggunakan Free Draining Material (FDM) (Studi Kasus Jalan Tol Indrapura - Kisaran)”

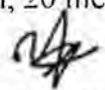
Saya menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada beberapa pihak yang berperan penting, khusus yaitu :

1. Peluk sayang penulis kepada kedua orang tua yang telah membesarkan serta yang terus membimbing dengan cinta dan kasih sayang, serta do'a yang tiada henti yang selalu menjadi motivasi dan inspirasi penulis. sekaligus memberikan dukungan moril dan materil, sampai penulis menyelesaikan pendidikan.
2. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc, Sebagai Rektor Universitas Medan Area
3. Dr. Rahmad Syah, ST., MT., Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area

4. Bapak Hermansyah, S.T. M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area
5. Ir. H. Irwan, MT, sebagai Dosen Pembimbing yang memberikan bimbingan, waktu dan kesabaran dalam memberikan ilmu dalam penyusunan skripsi.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang selalu membantu penulisan dalam pengajaran dan segala urusan serta administrasi.
7. Bapak Fahmi, S.T. dkk, yang sudah memberikan saya kesempatan, bimbingan, nasehat dalam penelitian di pembangunan jalan tol Indrapura-Kisaran.
8. Teristimewa, kepada kedua orang tua saya, Ayah dan Ibunda saya serta kepada seluruh keluarga besar saya yang telah memberikan doa, bantuan, dorongan semangat dan pengertian yang tulus, baik material dan spiritual, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh rekan-rekan sejawat Mahasiswa/I Teknik Sipil angkatan 2018 Universitas Medan Area dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan energy positif dan semangat kepada saya dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis sudah menyajikan skripsi ini dengan baik, namun penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis meminta masukannya demi perbaikan di masa yang akan datang dan mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca.

Medan, 20 Mei 2023


Yoga Syahputra Adi Purnama

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR DIAGRAM	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Maksud Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perkerasan Jalan	7
2.1.1 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	9
2.1.2 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	10
2.2 Free Draining Material	12
2.3 Bahan FDM	13

2.3.1 Pasir	13
2.3.2 Penggunaan pasir sebagai bahan bangunan	14
2.3.3 Sumber Pasir	16
2.3.4 Kerikil	16
2.4 Tanah.....	18
2.4.1 Pengertian Tanah	18
2.4.2 Lahan Rawa	21
2.4.3 Tanah Gambut.....	23
2.4.4 Tanah Lempung.....	24
2.4.5 Karakteristik Sifat Fisik Tanah Lempung Lunak	25
2.4.6 Pengujian Sandcone	26
2.5 Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Pengumpulan Data	33
3.2 Prosedur Penelitian.....	34
3.3 Diagram Analisis Data	35
BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1 Umum.....	36
4.2 Analisa Kasus	37
4.2.1 Kondisi Awal	37
4.2.2 Metode perbaikan tanah FDM.....	65

4.2.3. Kondisi Setelah Perbaikan	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 KESIMPULAN	70
5.2 SARAN	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1	: Lapisan Rigid Pavement	7
Gambar 2.1.2	: Lapisan Flexible Pavement.....	8
Gambar 2.3.1	: Material FDM (Pasir)	10
Gambar 2.3.2	: Material FDM (Kerikil)	13
Gambar 2.4.1	: Diagram Fase Tanah (Das, 1995)	15
Gambar 3.3.1	: Alur Penelitian	35
Gambar 4.1	: Pembersihan Lahan.....	38
Gambar 4.2	: Penghamparan Material FDM (Pasir).....	39
Gambar 4.3	: Pengukuran Volume FDM.....	39
Gambar 4.4	: Penghamparan Tanah Timbunan Layer Per Layer	40
Gambar 4.5	: Pengujian Settlement Plate	40
Gambar 4.6	: Diagram Alir Study Kasus.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 : Monitoring Penurunan Settlement Plate	41
Tabel 4.2 : Nilai Beda Tinggi Settlement Plate.....	41



DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1 : Nilai Kepadatan Setelah Pengujian Sandcone56



DAFTAR NOTASI

w	:	kadar air
v	:	Volume
W_{ch}	:	Berat Pasir Yang Mengisi Kerucut dan Lubang Pada Tanah
W_c	:	Berat Pasir Yang Mengisi Kerucut
Γ_{dry}	:	Berat Isi Kering Pasir
W_{wet}	:	Berat Tanah Yang Digali Dari Lubang
W_{dry}	:	Berat Isi Kering Tanah
F'_c	:	Mutu Beton
F_y	:	Mutu Baja
h	:	Tinggi Balok
LL	:	Live Load
M_n	:	Momen Nominal
M_u	:	Momen Ultimit
\emptyset	:	Diameter Tulangan Polos
$SIDL$:	Superimposed Dead Load
ρ	:	Konfigurasi Penulangan



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan jalan tidak hanya meliputi aspek perencanaan geometrik dan perkerasan jalan, tetapi juga analisis lendutan/deformasi yang terjadi pada badan jalan dan tanah dasar akibat pembebanan lalu lintas. Hal ini memerlukan perhatian terutama apabila perkerasan jalan terletak di atas tanah lunak/tanah rawa yang memiliki sifat kompresibilitas tinggi. (Yanto 2015)

Stabilitas suatu longsor bisa diselidiki dari aspek keamanannya seperti perbandingan antara energi yang menahan massa tanah pada lereng dibanding dengan energi yang hendak menggerakannya (Derek H. Cornforth, 2005). Ketinggian timbunan dan kemiringan tanah dasar mempengaruhi nilai faktor keamanan terutama pada timbunan yang tinggi dan kemiringan tanah dasar yang curam (Fahmi & Ikhya, 2020).

Stabilisasi tanah dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli dengan cara antara lain menambahkan suatu bahan tertentu yang mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah asli tersebut. (Maulana dan Hamdan 2016)

Disamping itu, stabilisasi tanah diperlukan dalam rangka memperbaiki sifat-sifat tanah yang mempunyai daya dukung rendah, indeks plastisitas tinggi, pengembangan tinggi dan gradasi yang buruk menjadi lebih baik bagi konstruksi jalan. (DHANI 2020)

Tanah merupakan elemen penting dalam sebuah konstruksi jalan, dimana tanah merupakan penopang bagi struktur di atasnya. Namun kondisi yang ditemukan di lapangan banyak dijumpai tanah yang kondisi sifat fisiknya tidak memenuhi standar terhadap nilai kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya. Sehingga perlu dilakukan perbaikan agar tanah tersebut dapat dipergunakan sebagai bagian dari konstruksi. (Soehardi, Lubis, dan Putri 2017).

Pemerintah mengambil kebijakan untuk membuat jalan alternatif untuk mengatasi masalah ini, yaitu dengan membangun jalan tol Indrapura-Kisaran dengan menggunakan metode Free Draining Material dimana metode ini adalah bahan granular bergradasi baik yang tidak kohesif yang terdiri dari partikel pasir dan batu dikarenakan tidak semua jalan pembangunan tol Indrapura-Kisaran memiliki kecenderungan tanah yang baik terdapat pula struktur tanah yang tidak stabil misal dulunya tanah tersebut adalah rawa yang tentunya menyulitkan pembangunan jalan oleh karenanya pemilihan draining material adalah pilihan yang tepat untuk menanggulangi masalah kestabilan tanah rawa Free Draining Material sendiri merupakan material berbutir yang lolos air seperti pasir kerikil atau campuran antara pasir dan kerikil digunakan sebagai material timbunan bila penimbunan dilakukan dibawah permukaan air. Oleh karenanya peneliti tertarik mengangkat judul STUDI KASUS STABILITAS TANAH RAWA MENGGUNAKAN SISTEM FREE DRAINING MATERIAL JALAN TOL INDRAPURA-KISARAN.

1.2 Maksud Penelitian

1. Untuk memahami kondisi stabilitas tanah rawa di jalan tol indrapura kisanan
2. Untuk menganalisa stabilitas tanah rawa di jalan tol indrapura-kisanan menggunakan free draining material
3. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh free draining material terhadap tanah rawa di jalan tol indrapura-kisanan.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui dan memahami pengaruh free draining material terhadap stabilitas tanah rawa di jalan tol indrapura-kisanan.

1.4 Rumusan Masalah

Masalah – masalah yang timbul dari penelitian ini saya lampirkan sebagai berikut:

1. Apa-apa saja yang diperhatikan dalam memahami kondisi stabilitas tanah rawa di jalan tol indrapura-kisanan.
2. Bagaimana cara menganalisa stabilitas tanah rawa menggunakan free draining material
3. Seberapa besar pengaruh free draining material terhadap tanah rawa di jalan tol indrapura-kisanan

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang saya dapatkan dalam penelitian ini :

1. Bagi Perusahaan Penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan masukan bagi perusahaan guna menambah pengetahuan dan informasi mengenai pengaruh sistem Free Draining Material

sebagai cara untuk menstabilkan kondisi tanah rawa sebelum adanya pembangunan jalan tol sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam mengambil kebijakan perusahaan.

2. Bagi peneliti hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan menambah wawasan peneliti dan menjadi masukan bagi penelitian penelitian dimasa yang akan datang.
3. Bagi akademisi hasil penelitian diharapkan memberikan sumbangan saran, pemikiran dan informasi yang bermanfaat yang berkaitan dengan stabilitas tanah rawa dan sistem Free Draining Material.

1.6 Metode Penelitian

Ada 2 cara metode pengambilan data, yaitu:

1. Data skunder, yaitu dengan mengumpulkan jurnal dari penelitian terdahulu, buku referensi yang mencangkup tentang metode Free Draining Material dan perkerasan kaku sesuai dengan judul skripsi.
2. Data primer (data survey lapangan), yaitu pengambilan data secara langsung dari lapangan seperti data lapangan yang suah berjalan, data topografi dan waktu pelaksanaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pencipta Jurnal	Judul Jurnal	Metode Jurnal	Kesimpulan
Juanda Hartono (2020)	Stabilitas Tanah Timbunan Menggunakan Pasir Sisi BH-1 Proyek Jalan Akses Pembangunan Jembatan Pulau Balang II.	Pengamatan langsung dan Uji Lab.	Pada area BH-1 kedalaman 0,00 - 20,00 meter jenis tanah berupa lapisan lempung, dengan nilai N-SPT: 6 – 29. Penanganan dengan melakukan penghamparan material pasir, counterweight tambahan dan cerucuk dibawah timbunan dan satu lapis Geotekstil PP 50 (lokasi MAT awal pada kondisi Eksisting dengan beban 90,4 kpa) dapat digunakan jika dilapangan terdapat permasalahan ROW. Alternatif Penanganan dengan penghamparan pasir, counterweight tambahan dan cerucuk dibawah timbunan dan satu lapis Geotekstil PET 100 (lokasi MAT awal pada top timbunan dengan beban 90,4 kpa digunakan jika kondisi dilapangan tidak ada masalah dengan ROW. Kelongsoran di lapangan bisa disebabkan oleh faktor pelaksanaan yang kurang sempurna, faktor cuaca serta kemungkinan air hujan dan air dari sumber air yang mengalir ke daerah timbunan. Berdasarkan hasil analisa teknis direkomendasikan untuk mengambil alternatif dengan nilai safety factor terbesar dan nilai settlement terkecil yaitu penanganan dengan dengan pasir,

Counterweight, Cerucuk Dibawah Timbunan Counterweight dan Satu Lapis Geotekstil PET 100. Untuk mengatasi permasalahan longsoran yang terjadi, berikut rekomendasi yang dapat dilakukan sebagai berikut: Pengawasan yang tepat terhadap kualitas material tanah timbunan yang sesuai dengan spesifikasi teknis, penghamparan dan pemadatan tanah timbunan disesuaikan dengan spesifikasi teknis yaitu lapis per lapis, kadar air tanah timbunan harus dikendalikan pada saat penghamparan dan pemadatan, setelah tanah timbunan dibentuk maka perlu dilindungi terhadap air hujan dan panas matahari.

<p>Wiliam Niko Gunawan. (2018)</p>	<p>Analisi Penganalisan Stabilitas Tanah Rawa Terhadap Uji Embankment Jalan Tol Dengan Menggunakan Pasir dan Dipadukan Dengan Abu Terbang.</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk menstabilisasi tanah rawa dengan menggunakan material pasir dan abu terbang (fly ash) demi meningkatkan daya dukung dari tanah rawa agar mampu menahan beban embankment dan beban jalan raya tol Manado-Bitung. Hasilnya tanah rawa dapat distabilisasi dengan baik sehingga daya dukung dari tanah rawa tersebut meningkat dan mampu untuk menahan pembebanan embankment dan jalan tol. Berikut beberapa hal yang menjadi kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut. 1. Nilai kohesi dari tanah rawa setelah distabilisasi meningkat secara drastis, sehingga menyebabkan tanah rawa mampu menahan beban embankment dan jalan tol yang besar. 2. Untuk mendapatkan nilai</p>
---	--	--

dari kohesi dan sudut geser tanah setelah distabilisasi dengan menggunakan campuran pasir dan abu terbang (fly ash), dapat diprediksikan dengan persamaan yang didapatkan. Persamaan linier untuk nilai kohesi adalah $c = 3,373x + 18,798$ dan persamaan pangkat dua untuk nilai sudut geser dalam adalah $\phi = -0,6429x^2 + 2,9571x + 7$. 3. Nilai CBR terendam dari tanah rawa setelah distabilisasi meningkat secara drastis. Hal ini menyebabkan tanah rawa setelah distabilisasi menggunakan campuran semen dan abu.

<p>Christi an Prasen da(201 7)</p>	<p>Pengaruh Penga Penambah mbila an Pasir n Data Terhadap langsu Tingkat ng, Kepadata dan n dan Uji Daya Lab Dukung Tanah Lempung Lunak</p>	<p>Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung lunak yang distabilisasi menggunakan pasir, maka diperoleh beberapa kesimpulan. Sampel tanah yang digunakan berasal dari daerah Belimbing Sari, Kabupaten Lampung Timur, menurut sistem klasifikasi AASHTO digolongkan pada kelompok tanah A-6(tanah lempung). Tanah golongan ini termasuk golongan biasa sampai kurang baik digunakan sebagai tanah dasar pondasi. Pemakaian kadar pasir sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah lempung plastisitas rendah mampu menaikkan nilai berat jenis tanah pada setiap penambahan pasirnya. Pada hasil pengujian batas Atterberg, kadar campuran pasir dapat menaikkan nilai batas plastis. Nilai indeks</p>
--	---	--

plastisitas pada masing-masing kadar campuran pasir mengalami penurunan. Sedangkan untuk nilai batas cair untuk kadar pasir mengalami penurunan. Nilai CBR pada pencampuran kadar pasir mengalami kenaikan nilai CBR meskipun tidak terjadi peningkatan nilai CBR standart maupun CBR Modified yang tidak terlalu signifikan dengan hasil yang lebih besar pada CBR modified.

2.2 Umum

Permasalahan akan kekuatan dan ketahanan tanah merupakan salah satu hal yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan dan pekerjaan suatu konstruksi bangunan sipil. Hal ini dikarenakan tanah yang dimaksud berfungsi sebagai media yang menahan beban atau aksi dari konstruksi yang dibangun di atasnya. Stabilisasi menggunakan bahan pasir merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan kekuatan yang diperlukan. Perubahan cuaca dan suhu di lapangan merupakan faktor yang menjadikan tanah tidak stabil. Jenis tanah yang distabilisasi adalah lempung lunak. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan campuran pasir dengan variasi campuran sebanyak 5%,10% dan 15%. Setelah itu dilakukan pengujian CBR, Berat Jenis, Batas-batas Atterberg dan Berat Volume untuk setiap sampel. Semakin banyak variasi campuran pasir yang ditambahkan mengakibatkan kadar air semakin menurun yang akan membuat nilai daya dukung tanah meningkat, nilai berat jenis dan batas plastis meningkat, sedangkan nilai batas cair dan indeks plastisitasnya menurun.(Setyanto 2015)

Tanah merupakan elemen penting dalam sebuah konstruksi jalan, dimana tanah merupakan penopang bagi struktur di atasnya. Namun kondisi yang ditemukan di lapangan banyak dijumpai tanah yang kondisi sifat fisiknya tidak memenuhi standar terhadap nilai kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya. Sehingga perlu dilakukan perbaikan agar tanah tersebut dapat dipergunakan sebagai bagian dari konstruksi. (Soehardi, Lubis, dan Putri 2017).

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung lunak yang distabilisasi menggunakan pasir, maka diperoleh beberapa kesimpulan. Pemakaian kadar pasir sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah lempung plastisitas rendah mampu menaikkan nilai berat jenis tanah pada setiap penambahan pasirnya. (Christin Prasenda 2017)

Penanganan tanah rawa bisa dengan melakukan penghamparan material pasir, counterweight tambahan dan cerucuk dibawah timbunan dan satu lapis Geotekstil. Berdasarkan hasil Analisa teknis mengambil alternatif dengan nilai safety factor terbesar dan nilai settlement terkecil yaitu penanganan dengan pasir, Counterweight, Cerucuk Dibawah Timbunan Counterweight dan Satu Lapis Geotekstil PET 100 dapat memperbaiki dan menambah tingkat kepadatan tanah yang kurang baik (Juanda Hartono 2020)

Wiliam Niko Gunawan(2018) Melakukan penelitian tentang pencampuran tanah rawa dengan semen dan abu terbang. Berdasarkan hasil penelitian stabilisasi tanah rawa menggunakan semen dan abu terbang didapatkan kesimpulan: 1. nilai dari kohesi tanah meningkat secara drastis. 2. Nilai CBR terendam dari tanah rawa setelah di stabilisasi meningkat secara drastis. Hal ini menyebabkan tanah rawa

semakin meningkat kepadatannya setelah distabilisasi menggunakan campuran semen dan abu.

Stabilisasi tanah dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli dengan cara antara lain menambahkan suatu bahan tertentu yang mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah asli tersebut. (Maulana dan Hamdan 2016) Disamping itu, stabilisasi tanah diperlukan dalam rangka memperbaiki sifat-sifat tanah yang mempunyai daya dukung rendah, indeks plastisitas tinggi, pengembangan tinggi dan gradasi yang buruk menjadi lebih baik bagi konstruksi jalan. (DHANI 2020)

2.3 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan ialah salah satu rencana pekerjaan yang tetap digariskan dengan baik dan benar, merupakan salah satu yang akan ditingkatkan manfaat penggunaan jalan semakin meningkat. Dalam perkembangannya, perkerasan jalan adalah salah satu jalan yang selalu diatur untuk memiliki tumpukan beban aktivitas lalu lintas jalan raya, yang selalu menjadi memiliki peran yang paling berpengaruh dalam konstruksi jalan. Perkerasan jalan dirancang atas beban aktivitas kendaraan di jalan raya. Terdapat beban di dalam lalu lintas disini dikatakan dengan lalu lintas rencana.

Untuk menemukan rencana kegiatan memiliki lebih banyak faktor diantaranya umur rencana, perkembangan lalu lintas, dengan nilai banyaknya kendaraan dan berbagai macam kendaraan dalam satu tahun, karakteristik lajur dan arah serta banyaknya kerusakan yang berbicara tentang hubungan kendaraan yang melintasi kendaraan selama umur rencana yang pada akhirnya selalu

mengurangi sampai merusak perkerasan. Karena jalan merupakan salah satu transportasi darat yang mempunyai bagian salah satu dari jalan, salah satu termasuk pelengkapannya, termasuk berbentuk jalur yang digunakan sebagai salah satu sarana transportasi, dalam menggunakan kendaraan maupun jalan kaki, oleh karenanya wajib memiliki prasyarat yang sama dengan fungsinya.

Transportasi berfungsi sebagai cara untuk perpindahan barang atau jasa dari satu tempat ketempat lain, secara aman, nyaman, lancar, dan ekonomis.

- Aman berarti memindahkan barang atau jasa tidak mengalami kerugian apa pun dalam semua aspek.
- Nyaman berarti selama proses memindahkan/perjalananan pemakai jalan merasa enak dan bisa menikmati tanpa adanya pengaruh gangguan.
- Lancar berarti tidak terdapat adanya kendala apa pun, sehingga barang atau jasa bias sampai dengan tepat waktu. Tarif yang dikenakan juga rendah dari ketiga persyaratan tersebut untuk memindahkan barang atau jasa haru tetap ekonomis. Jika hal ini dapat terwujud bila jarak yang diambil dan semua standar yang dipergunakan dalam standar minimal dalam batas yang aman, Perkerasan jalan adalah dipergunakan dalam menahan beban dari lalu lintas adalah pengabungan bahan pengikat dan agregat. Agregat yang dicampur dan digunakan ialah batu belah, batu pecah, batu kali dan hasil sampingan peleburan baja. Bahan ikat yang digunakan adalah ialah aspal, semen dan tanah liat. Perkerasan jalan memiliki keunggulan yang kuat, kedap air, tahan lama, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Sedangkan pada lapisan atas harus lebih baik daripada badan jalan yang selalu menggunakan bahan

husus yang konstruktif, dalam memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta dalam umur rencana tidak dapat terjadi kerusakan yang berarti.

Perkerasan jalan merupakan suatu proses pembangunan jalan raya sarana transportasi darat dalam rangka kelancaran yang terjadi pada lalu lintas sangat penting sehingga dapat memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan pada pengguna lalu lintas, oleh itu perlu perencanaan dengan sangat baik didasarkan standard dan kriteria perencanaan yang berlaku di Indonesia. Jalan adalah landasan transportasi darat lebih mempermudah untuk melakukan kegiatan keseharian. Transportasi darat lebih mempermudah dibandingkan dengan transportasi air dan udara, sehingga jumlah kendaraan yang melintas diruas jalan tersebut tetap mampu memberi daya dukung pada perkerasan jalan untuk ruas jalan yang dilewatinya.

Jenis perkerasan jalan, dapat berupa:

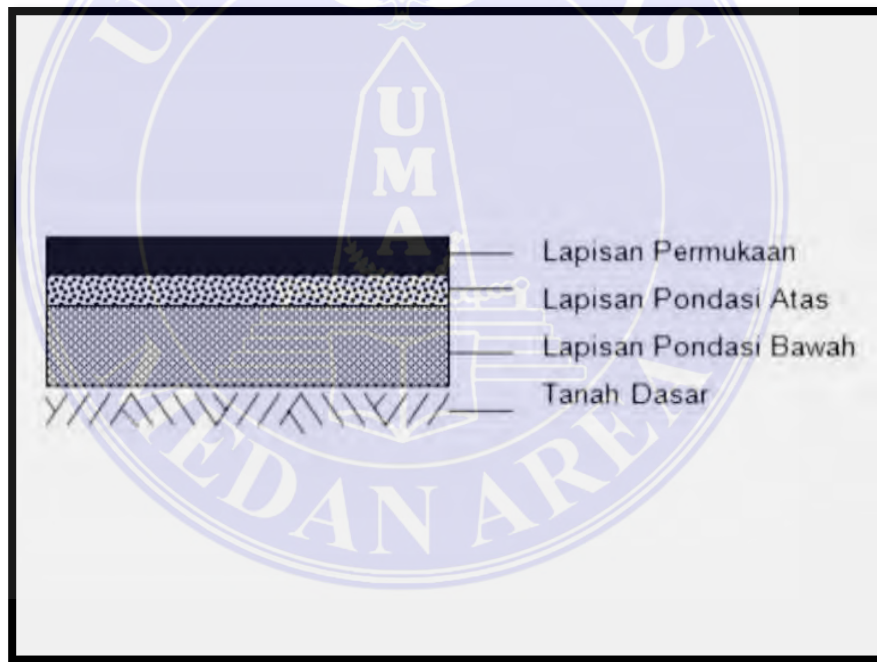
- Perkerasaan kaku (*rigid pavement*).
- Perkerasan lentur (*flexible pavement*).
- Perkerasan Komposit (*composit pavement*)

2.3.1 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Rigid Pavement (Perkerasan kaku) diartikan sebagai sinfastruktur perkerasan terdiri dari plat beton semen yang bersambungan (tidak menerus) dengan atau tanpa tulangan, atau plat beton menerus dengan tulangan, yang terletak diatas lapis pondasi bawah, tanpa atau dengan aspal sebagai lapis permukaan. Khusus dalam hal perkerasaan kaku (*rigid pavement*) yang terbuat dari

beton baik bertulang maupun tanpa tulangan dan sering dipergunakan untuk badan jalan yang memiliki jumlah kendaraan dengan berat dan tinggi serta memiliki tingakat volume air yang tinggi (banjir). Secara umum, perkerasan jalan terdapat salah satu jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut :

1. Lapisan tanah dasar (*sub grade*)
2. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
3. Lapisan pondasi atas (*base course*)
4. Lapisan permukaan/penutup (*surface course*)



Gambar 2.1 lapisan *rigid Pavement*

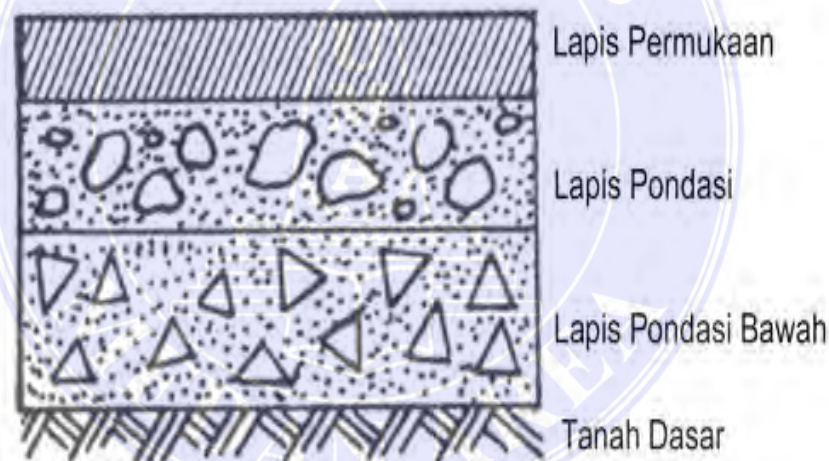
2.3.2 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut

mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas di atasnya. Perlu dilakukan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimal.

Komponen Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) terdiri atas:

1. Tanah Dasar (sub grade)
2. Lapis Pondasi Bawah (sub base course)
3. Lapis Pondasi (base course)
4. Lapis Permukaan (surface course)

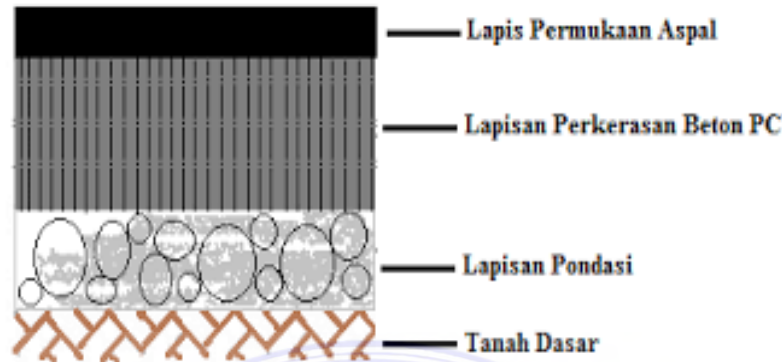


Gambar 2.2 lapisan *Flexible Pavement*

2.3.3 Perkerasan komposit (composite Pavement)

Istilah "perkerasan komposit" mengacu pada campuran perkerasan kaku dan fleksibel. Perkerasan kaku pada perkerasan lentur, atau perkerasan lentur pada perkerasan kaku. Lapisan perkerasan jalan raya digunakan untuk memastikan bahwa perkerasan tersebut memiliki daya dukung, daya tahan, dan efektivitas

biaya yang cukup. pada saat yang sama. Berikut ini adalah komponen-komponen perkerasan lentur:



Gambar 2.3 lapisan *Composite Pavement*

2.4 Free Draining Material

Perbaikan tanah dasar merupakan pekerjaan yang sangat mempengaruhi berbagai tahapan rancang bangunan konstruksi khususnya di penanganan tanah rawa, baik dalam tahapan perencanaan, tahapan pelaksanaan, maupun tahapan operasional. Rendahnya daya dukung dari suatu tempat, sangat dipengaruhi oleh mineralogi tanah, yang mana mineralogi tanah terbentuk dari proses pelapukan material batuan. Menurut spesifikasi teknis jalan bebas hambatan dan jalan tol divisi 4 – pekerjaan tanah, bahwasannya dijelaskan bahwa pengurugan tidak kurang dari 50cm diatas muka tanah asli atau tidak kurang dari 50cm diatas muka air tanah. Kondisi tanah dasar yang jelek berupa tanah rawa, perlu dilakukan upaya perbaikan tanah dasar agar mampu mendukung beban konstruksi. Salah satu metode yang digunakan sebagai perbaikan tanah adalah dengan FDM (*Free Draining Material*).

FDM (*Free Draining Material*) adalah material yang saat ini populer dalam proyek konstruksi di Indonesia terutama dalam pembangunan jalan di atas

tanah lunak seperti di pulau Sumatera dan Kalimantan yang banyak terdapat tanah rawa.

Persyaratan dalam penghamparan FDM (*Free Draining Material*) pada lapisan tanah dasar yang mengandung kadar air tinggi menurut Spesifikasi Teknis Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol Edisi 2016 Divisi 4 dengan dibuktikan dengan pengujian *Sandcone* dan pengujian *Boring* yang tidak memenuhi spesifikasi.

FDM (*Free Draining Material*) material berbutir yang lolos air seperti pasir, kerikil, atau campuran pasir dan kerikil. Material ini sangat cocok digunakan apabila kondisi tanah yang akan ditimbun merupakan daerah rawa atau banyak terdapat air. FDM (*Free Draining Material*) dalam kasus ini sangat bagus karena merupakan lapisan yang lolos air sehingga baik digunakan sebagai lapisan timbunan paling dasar karena agar mempercepat keluar nya air atau mempercepat konsolidasi dari sisa lapisan tanah rawa pada waktu proses pelaksanaan.

2.5 Bahan FDM

2.5.1 Pasir

Pasir adalah material butiran yang terdiri dari partikel batuan dan mineral yang terpecah halus. Ukuran pasir pasir lebih halus dari kerikil dan lebih kasar dari lanau. Pasir juga bisa mengacu pada suatu kelas tekstur dari tanah atau jenis tanah; yaitu, tanah yang mengandung lebih dari 85 persen partikel berukuran pasir berdasarkan massa.



Gambar 2.4 Free Draining Material(Pasir)

2.5.2 Penggunaan pasir sebagai bahan bangunan

Pasir adalah bahan bangunan yang banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga paling atas dalam bangunan. Baik sebagai pasir uruk, adukan hingga campuran beton. Beberapa pemakaian pasir dalam bangunan dapat kita jumpai seperti:

- Penggunaan sebagai urukan, misalnya pasir uruk bawah pondasi, pasir uruk bawah lantai, pasir uruk di bawah pemasangan paving block dan lain lain.
- Penggunaan sebagai mortar atau spesi, biasanya digunakan sebagai adukan untuk lantai kerja, pemasangan pondasi batu kali, pemasangan dinding bata, spesi untuk pemasangan keramik lantai dan keramik dinding, spesi untuk pemasangan batu alam, plesteran dinding dan lain lain.

- Penggunaan sebagai campuran beton baik untuk beton bertulang maupun tidak bertulang, bisa kita jumpai dalam struktur pondasi beton bertulang, sloof, lantai, kolom, plat lantai, cor dak, ring balok dan lain -lain.

Disamping itu masih banyak penggunaan pasir dalam bahan bangunan yang dipergunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan material cetak seperti pembuatan paving block, kansteen, batako dan lain lain.

a. Pasir Beton

Pasir Beton adalah pasir yang bagus untuk bangunan dan harganya lumayan mahal, anda bisa lihat didaftar harga pasir. Pasir Beton biasanya berwarna hitam dan butirannya cukup halus, tetapi apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali. Pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, juga pemasangan bata dan batu.

b. Pasir Pasang

Pasir Pasang adalah pasir yang lebih halus dari pasir beton ciri cirinya apabila dikepal dia akan menggumpal tidak kembali lagi ke semula. Jenis pasir ini harganya lebih murah dibanding dengan pasir beton. Pasir pasang biasanya dipakai untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa dipakai untuk plesteran dinding.

c. Pasir Elod

Pasir Elod adalah pasir yang paling halus dibanding pasir beton dan pasir pasang. Harga Pasir ini jauh lebih murah dibanding Jenis Pasir yang lainnya. Ciri ciri pasir elod adalah apabila dikepal dia akan menggumpal dan tidak akan puyar kembali. Pasir ini masih ada campuran tanahnya dan warnanya hitam. Jenis pasir

ini tidak bagus untuk bangunan. Pasir ini biasanya hanya untuk campuran pasir beton agar bisa digunakan untuk plesteran dinding, atau untuk campuran pembuatan batako.

d. Pasir Merah

Pasir merah atau suka disebut Pasir Jebrod kalau di daerah Sukabumi atau Cianjur karena pasirnya diambil dari daerah Jebrod Cianjur. Pasir Jebrod biasanya bagus untuk bahan Cor karena cirinya hampir sama dengan pasir beton namun lebih kasar dan batuanannya agak lebih besar.

e. Pasir Silika

Pasir silika atau biasa disebut juga pasir kuarsa merupakan jenis pasir yang terdiri dari kandungan Mineral yang strukturnya kristal heksagonal yang tersusun dari silika trigonal yang terkristalisasi atau biasa disebut silikon dioksida/asam silikatt yang rumus kimianya yaitu SiO_2 , memiliki skala kekerasan Mohs 7 dan densitas $2,65 \text{ g/cm}^3$

2.5.3 Sumber Pasir

Saat ini sumber pasir ada dua jenis:

- Pasir Alam, yaitu pasir yang bersumber dari gunung, sungai, pasir laut, bekas rawa dan ada juga dari pasir galian.
- Pasir Pabrikasi, yaitu pasir yang didapatkan dari penggilingan bebatuan yang kemudian diolah dan disaring sesuai dengan ukuran maksimum dan minimum agregat halus.

2.5.4 Kerikil

Kerikil ialah bebatuan kecil, biasanya batu granit yang dipecahkan. Ukuran kerikil yang selalu digunakan ialah antara 2 mm dan 75 mm. Kerikil sering digunakan dalam pembangunan badan jalan, campuran beton dan sebagai batu campuran untuk memproduksi bata. Batuan kecil seperti kerikil biasanya merupakan granit yang dihancurkan. Ukuran standar kerikil antara 2 mm dan 75 mm. Kumpulan fragmen batuan yang lepas disebut kerikil. Berbagai ukuran partikel digunakan untuk mengklasifikasikan kerikil, mulai dari butiran hingga fragmen batu besar. Kerikil granular (2–4 mm, atau 0,079–0,157 in) dan kerikil (4–64 mm, atau 0,2–2,5 in) adalah dua jenis kerikil yang termasuk dalam skala Udden-Wentworth. Kerikil dikategorikan halus, sedang, atau kasar menurut ISO 14688, dengan ukuran mulai dari 2–6,3 mm hingga 20–63 mm. Kerikil biasanya memiliki berat sekitar 1.800 kilogram (atau 3.000 pon) per yard kubik.

Kerikil sering digunakan untuk membangun jalan, mencampur beton, dan membuat batu bata dari pasangan bata. Kerikil adalah produk komersial yang signifikan dengan banyak kegunaan. Agregat beton dihasilkan dari hampir setengah dari semua kerikil yang dihasilkan. Sebagian besar sisanya digunakan untuk konstruksi jalan, baik sebagai permukaan jalan (dengan atau tanpa aspal atau bahan pengikat lainnya) atau pada pondasi jalan. Karena konduktivitas hidroliknya yang tinggi, endapan kerikil berpori yang terjadi secara alami merupakan akuifer yang penting. Kerikil didefinisikan secara berbeda tergantung pada wilayah dan aplikasinya. Tanpa menentukan ukuran maksimum, banyak ahli geologi hanya merujuk pada partikel batuan bulat yang lepas dengan diameter lebih besar dari 2 mm (0,079 in). Rubble, yang terdiri dari partikel batuan lepas

dengan ukuran yang sama. berbagai ukuran tetapi dengan bentuk sudut, kadang-kadang dibedakan dari kerikil. Menurut skala Udden-Wentworth, yang banyak digunakan oleh ahli geologi di Amerika Serikat, kerikil kerikil didefinisikan sebagai partikel dengan ukuran mulai dari 4 hingga 64 milimeter (0,016 hingga 2 sentimeter) dan kerikil granular sebagai partikel dengan ukuran mulai dari 2 hingga 4 milimeter (0,079 hingga 0,157 in).52 milimeter). Ini menampung semua ukuran partikel antara batu bulat dan pasir kasar.



Gambar 2.5 Free Draining Material (Kerikil)

Batuan dasar lapuk yang merupakan sumber mayoritas kerikil. Kuarsa adalah mineral yang paling umum ditemukan di kerikil karena kekerasannya, kelembaman kimia, dan kurangnya bidang pembelahan, yang membuat batuan sulit untuk dipecah. Karena beberapa batuan mengandung butir mineral yang berukuran lebih kecil dari sekitar 8 milimeter (0,31 in), sebagian besar partikel kerikil terdiri dari beberapa butir mineral. Vena kuarsa, pegmatit, intrusi dalam, dan batuan metamorf tingkat tinggi adalah pengecualian.

Jenis berikut ini kerikil telah diidentifikasi:

- a. Kerikil di tepi,
- b. kerikil di pantai,
- c. batu di teluk,
- d. dampak batu,
- e. tabrakan kerikil,
- f. kerikil murni,
- g. kerikil sisa,
- h. kerikil gunung,
- i. kerikil sungai

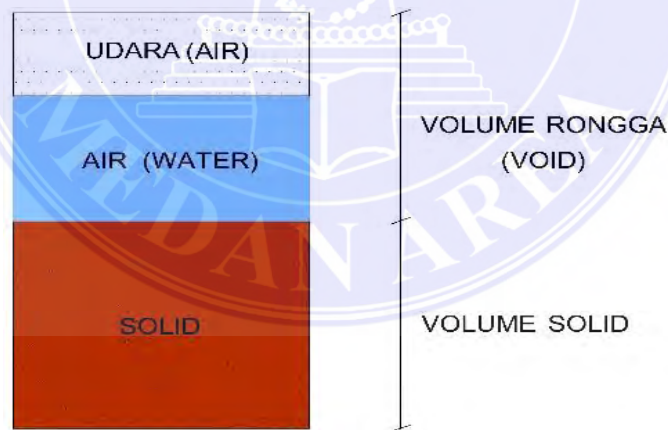
2.6 Tanah

2.6.1 Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak bersegmentasi (terikat secara kimia) satu sama lain, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan bahan-bahan organik (yang berpartikel padat). Partikel tanah tersebut di atas terdapat dalam rentang ukuran yang cukup lebar, mulai dari berangkal (boulder) sampai serbuk batu halus. (Herlien, 2008). Tanah ini merupakan hal yang sangat penting sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan teknik, yang berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Tanah terdiri dari berbagai macam partikel diantaranya potongan batuan ukuran besar (*boulders*), kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), lempung (*clay*), dan koloid (*colloids*).

Adapun menurut para ahli teknik sipil, tanah dapat didefinisikan sebagai:

1. Tanah adalah kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termaksud diaduk dalam air (Terzaghi, 1987).
2. Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai/lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1991)
3. Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang terikat secara kimia satu dengan yang lain dan dari bahanbahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).
4. Secara umum tanah terdiri dari tiga bahan, yaitu butir tanahnya sendiri serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antar butir-butir tersebut (Wesley, 1997).



Gambar 2.6 Diagram Fase Tanah (Das, 1995)

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu udara, air dan bahan padat (Gambar 2.4.1).

Udara dianggap tak mempunyai pengaruh teknis sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang di antara butiran-butiran (ruang ini disebut pori atau voids).

Sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Sehingga jika beban diterapkan pada tanah kohesif yang jenuh maka pertama kali beban tersebut akan didukung oleh tekanan air dalam rongga pori tanahnya. Pada kondisi ini butiran-butiran lempung tidak dapat mendekat satu sama lain untuk meningkatkan tahanan geser selama pori di dalam rongga pori tidak keluar meninggalkan rongga tersebut.

Karena rongga pori tanah lempung sangat kecil, keluarnya air pori meninggalkan rongga pori memerlukan waktu yang lama. Jika sesudah waktu yang lama setelah air dalam rongga pori berkurang butiran-butiran lempung dapat mendekat satu sama lain sehingga tahanan geser tanahnya meningkat. Masalah ini tak dijumpai pada tanah granuler yang rongga porinya relatif besar karena sewaktu beban diterapkan air langsung keluar dari rongga pori dan butiran dapat mendekat satu sama lain yang mengakibatkan tekanan gesernya langsung meningkat.

Peranan tanah ini sangat penting didalam perencanaan dan pelaksanaan bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya. Oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi haruslah dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*).

2.6.2 Lahan Rawa

Lahan rawa adalah lahan darat yang tergenang secara periodik atau terus menerus secara alami dalam waktu lama karena drainase yang terhambat.

Meskipun dalam keadaan tergenang, lahan ini tetap ditumbuhi oleh tumbuhan. Lahan ini dapat dibedakan dari danau, karena danau tergenang sepanjang tahun, genangannya

lebih dalam, dan tidak ditumbuhi oleh tanaman kecuali tumbuhan air. Genangan lahan rawa dapat disebabkan oleh pasangannya air laut, genangan air hujan, atau luapan air sungai. Berdasarkan penyebab genangannya, lahan rawa dibagi menjadi tiga, yaitu rawa pasang surut, rawa lebak dan rawa lebak peralihan.

a. Rawa pasang surut

Rawa pasang surut merupakan lahan rawa yang genangannya dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut. Tingginya air pasang dibedakan menjadi dua, yaitu pasang besar dan pasang kecil. Pasang kecil, terjadi secara harian (1-2 kali sehari). Berdasarkan pola genangannya (jangkauan air pasangannya), lahan pasang surut dibagi menjadi empat tipe:

1. Tipe A, tergenang pada waktu pasang besar dan pasang kecil;
2. Tipe B, tergenang hanya pada pasang besar;
3. Tipe C, tidak tergenang tetapi kedalaman air tanah pada waktu pasang kurang dari 50 cm;
4. Tipe D, tidak tergenang pada waktu pasang air tanah lebih dari 50 cm tetapi 6pasang surutnya air masih terasa atau tampak pada saluran tersier.

b. Rawa lebak

Rawa lebak adalah lahan rawa yang genangannya terjadi karena luapan air sungai dan atau air hujan di daerah cekungan di pedalaman. Oleh sebab itu, genangan umumnya terjadi pada musim hujan dan menyusut atau hilang di musim kemarau. Rawa lebak dibagi menjadi tiga:

1. Lebak dangkal atau lebak pematang, yaitu rawa lebak dengan genangan air kurang dari 50 cm. Lahan ini biasanya terletak di sepanjang tanggul sungai dengan lama genangan kurang dari 3 bulan.
2. Lebak tengahan, yaitu lebak dengan kedalaman genangan 50-100 cm. Genangan biasanya terjadi selama 3-6 bulan.
3. Lebak dalam, yaitu lebak dengan genangan air lebih dari 100 cm. Lahan ini biasanya terletak di sebelah dalam menjauhi sungai dengan lama genangan lebih dari 6 bulan.

c. Rawa lebak peralihan

Lahan rawa lebak yang pasang surutnya air laut masih terasa di saluran primer atau di sungai disebut rawa lebak peralihan. Pada lahan seperti ini, endapan laut yang dicirikan oleh adanya lapisan pirit, biasanya terdapat pada kedalaman 80-120 cm di bawah permukaan tanah.

2.6.3 Tanah Gambut

Tanah di lahan rawa dapat berupa aluvial atau gambut.

Tanah aluvial merupakan endapan yang terbentuk dari campuran bahan-bahan seperti lumpur, humus, dan pasir dengan kadar yang berbeda-beda.

Gambut merupakan hasil pelapukan bahan organik seperti dedaunan, ranting kayu, dan semak dalam keadaan jenuh air dan dalam jangka waktu yang sangat lama (ribuan tahun). Di alam, gambut sering bercampur dengan tanah liat. Tanah disebut sebagai tanah gambut apabila memenuhi salah satu persyaratan berikut (Soil Survey Staff, 1996):

1. Apabila dalam keadaan jenuh air mempunyai kandungan C-organik paling sedikit 18% jika kandungan liatnya >60% ATAU mempunyai kandungan C-

organik 12% jika tidak mempunyai liat (0%) ATAU mempunyai kandungan C-organik lebih dari $12\% + \% \text{ liat} \times 0,1$ jika kandungan liatnya antara 0 - 60%;

2. Apabila tidak jenuh air mempunyai kandungan C-organik minimal 20%. Lahan Gambut dan Bergambut Tanah gambut secara alami terdapat pada lapisan paling atas. Di bawahnya terdapat lapisan tanah aluvial pada kedalaman yang bervariasi. Lahan dengan ketebalan tanah gambut kurang dari 50 cm disebut sebagai lahan atau tanah bergambut. Disebut sebagai lahan gambut apabila ketebalan gambut lebih dari 50 cm. Dengan demikian, lahan gambut adalah lahan rawa dengan ketebalan gambut lebih dari 50 cm. Berdasarkan kedalamannya, lahan gambut dibagi menjadi empat tipe, yaitu:

1. Lahan gambut dangkal, yaitu lahan dengan ketebalan gambut 50-100 cm;
2. Lahan gambut sedang, yaitu lahan dengan ketebalan gambut 100-200 cm;
3. Lahan gambut dalam, yaitu lahan dengan ketebalan gambut 200-300 cm;
4. Lahan gambut sangat dalam, yaitu lahan dengan ketebalan gambut >300 cm.

2.6.4 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang bersifat *multi component* yang terdiri dari tiga fase yaitu padat, cair, dan udara. Bagian yang padat merupakan polymorphous terdiri dari mineral inorganic dan organis. Mineral – mineral lempung merupakan substansi – substansi Kristal yang sangat tipis yang pembentukan utamanya berasal dari perubahan kimia pada pembentukan mineral – mineral batuan dasar. Semua mineral lempung sangat tipis termasuk dalam kelompok – kelompok pertikel kristalnya berukuran koloid (<0,002 mm) dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop electron. Mitchell (1976)

memberikan batasan bahwa yang dimaksud dengan ukuran butir lempung adalah partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm, sedangkan mineral lempung adalah kelompok – kelompok partikel Kristal berukuran koloid (<0,002 mm) yang terjadi akibat proses pelapukan dari batuan ditambah dengan sifatnya yang dijelaskan lebih lanjut. Sedangkan menurut Craig (1987), tanah lempung adalah mineral tanah sebagai kelompok – kelompok partikel kristal koloid berukuran kurang dari 0,002 mm, yang terjadi akibat proses pelapukan kimia pada batuan yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam ataupun alkali, dan karbondioksida. Lapisan lunak umumnya terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butiran butiran yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Pada lapisan lunak, semakin muda umur akumulasinya, semakin tinggi letak muka airnya. Lapisan muda ini juga kurang mengalami pembebanan sehingga sifat mekanisnya buruk dan tidak mampu memikul beban.

Sifat lapisan tanah lunak adalah gaya gesernya yang kecil, kemampuan yang besar, dan koefisien permeabilitas yang kecil. Jadi, bilamana pembebanan konstruksi melampaui daya dukung kritisnya maka dalam jangka waktu yang lama besarnya penurunan akan meningkat yang akhirnya akan mengakibatkan berbagai kesulitan.

2.6.5 Karakteristik Sifat Fisik Tanah Lempung Lunak

Tanah lempung lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian besarnya dari butir – butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Sifat lapisan tanah lempung lunak adalah gaya gesernya yang kecil, kemampuan yang besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan memiliki daya

dukung yang rendah dibandingkan dengan tanah lempung lainnya. Tanah – tanah lempung lunak secara umum mempunyai sifat – sifat sebagai berikut:

1. Kuat geser rendah.
2. Berkurang kuat gesernya bila kadar air bertambah.
3. Berkurang kuat gesernya bila struktur tanahnya terganggu.
4. Bila basah bersifat plastis dan mudah mampat.
5. Menyusut bila kering dan mengembang basah.
6. Kompresibilitasnya besar.
7. Berubah volume dengan bertambahnya waktu akibat rangkai pada beban yang konstan merupakan material kedap air.

Menurut Terzaghi (1967) tanah lempung kohesif diklasifikasikan sebagai tanah lempung lunak apabila mempunyai daya dukung ultimit lebih kecil dari 0,5 kg/cm² dan nilai standard penetrasi tes lebih kecil dari 4 (N-value < 4).

2.6.6 pengujian sandcone

Sandcone adalah alat yang digunakan untuk tes pengujian dalam hal ini untuk menentukan kepadatan lapisan tanah di lapangan dengan menggunakan pasir baik itu lapisan tanah atau perkerasan lapisan tanah yang dipadatkan.

Percobaan kerucut pasir merupakan salah satu jenis pengujian yang dilakukan di lapangan untuk menentukan berat isi kering (kepadatan) tanah asli ataupun hasil suatu pekerjaan pemadatan yang dilakukan baik pada tanah kohesif maupun tanah non kohesif.

Nilai berat isi tanah kering yang diperoleh dari percobaan ini biasanya digunakan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan (degree of

compaction) yaitu perbandingan antara y_d (kerucut pasir) dengan y_d hasil percobaan pemadatan dilaboratorium.

Percobaan ini biasanya dilakukan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan yang dinyatakan dalam derajat pemadatan (degree of compaction), yaitu perbandingan antara y_d lapangan (kerucut pasir) dengan y_d maks. hasil percobaan pemadatan di laboratorium dalam persentase lapangan.

Kerucut pasir (sand cone) terdiri dari sebuah botol plastik atau kaca dengan sebuah kerucut logam dipasang di atasnya. Botol kaca dan kerucut ini diisi dengan pasir Ottawa kering yang bergradasi buruk, yang berat isinya sudah diketahui. Apabila menggunakan pasir lain, cari terlebih dahulu berat isi pasir tersebut. Di lapangan, sebuah lubang kecil digali pada permukaan tanah yang telah dipadatkan. Apabila berat tanah yang telah digali dari lubang tersebut dapat ditentukan (W_{wet}) dan kadar air dari tanah galian itu juga diketahui, maka berat kering dari tanah (W_{dry}) dapat dicari dengan persamaan:

$$W_{dry} = W_{wet} / (1 + (w/100))$$

Dimana:

w = kadar air.

Setelah lubang tersebut digali (tanah asli ditimbang seluruhnya), kerucut dengan botol berisi pasir diletakkan di atas lubang itu. Pasir dibiarkan mengalir keluar dari botol mengisi seluruh lubang dan kerucut. Sesudah itu, berat dari botol, kerucut, dan sisa pasir dalam botol ditimbang. Volume dari tanah yang digali dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = (W_{ch} - W_c) / \gamma_{dry}$$

Dimana:

W_{ch} = berat pasir yang mengisi kerucut dan lubang pada tanah

W_c = berat pasir yang mengisi kerucut

Γ_{dry} = berat isi kering (pasir)

Tujuan dari pemadatan adalah untuk memperoleh stabilitas tanah dan memperbaiki sifat- sifat teknisnya, Oleh karena itu, sifat teknis timbunan sangat penting untuk diperhatikan, tidak hanya kadar air dan berat keringnya. Pengujian untuk control pemadatan dalapangan disfesifikasikan dan hasilnya menjadi standar untuk mengontrol suatu proyek. Ada 2 spesifikasi untk pekerjaan tanah yaitu:

- Sfesifikasi dari hasil akhir
- Sfesifikasi untuk cara pemadatan.

Selain itu test sand cone bertujuan untuk menentukan derajat kepadatan lapangan yang didapat dari presentase perbandingan antara berat isi tanah kering di lapangan (kepadatan kering lapangan) dan berat isi tanah kering pada saat pengujian di laboratorium (kepadatan standar). Pengujian sand cone Biasa digunakan untuk pengujian pada perencanaan pondasi atau jalan raya.

Persyaratan alat, Bahan Dan Lokasi:

Pasir yang digunakan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- bersih, keras, kering dan bisa mengalir bebas, tidak mengandung bahan pengikat

- gradasi 0,075 mm sampai 2 mm;

Penentuan lokasi titik uji harus memenuhi :

- pengujian kepadatan tidak boleh dilakukan pada saat titik uji tergenang;
- pengujian kepadatan dilakukan paling sedikit dua kali untuk setiap titik dengan jarak 50 cm;
- pada saat pengujian, dihindari adanya getaran;
- hasil pengukuran yang berupa nilai kepadatan dihitung rata-rata dengan dua angka dibelakang koma

Lapisan tanah atau lapis pondasi bawah berupa sirtu dan batu pecah yang akan diuji yang mengandung butir berukuran tidak lebih dari 5 cm, harus dipersiapkan terlebih dahulu dengan membuat lubang berdiameter sama dengan diameter corong dan plat dudukan corong, dengan kedalaman 10 cm sampai 15 cm.

Peralatan yang dipergunakan :

- botol transparan untuk tempat pasir dengan isi lebih kurang 4 liter
- takaran yang telah diketahui isinya (± 2.019 ml) dengan diameter lubang 16,51 cm
- corong kalibrasi pasir dengan diameter 16,51 cm dan pelat corong
- plat untuk dudukan corong pasir ukuran 30,48 cm x 30,48 cm dengan lubang berdiameter 16,51 cm
- peralatan kecil : mistar perata dari baja, meteran 2 m, palu, sendok, kuas, pahat
- peralatan untuk menentukan kadar air

- timbangan dengan kapasitas minimum 10 kg dengan ketelitian sampai 1,0 gram
- timbangan, kapasitas minimum 500 gr dengan ketelitian sampai 0,1 gram

Alur langkah pengujian dan perhitungan, secara umum adalah sebagai berikut :

- penentuan volume/isi botol yang digunakan
- penentuan berat isi pasir yang digunakan
- penentuan berat isi tanah

2.6.7 Pengujian Standart Proctor

Uji pemadatan di laboratorium menghasilkan berat volume kering maksimum yang dicapai pada kadar air optimum tertentu, nilai ini digunakan sebagai acuan dalam proses pemadatan di lapangan. Uji pemadatan sangat bergantung kepada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan. Usaha yang diberikan (energi pemadatan) sangat bergantung pada jumlah tumbukan per lapisan, jumlah lapisan, berat penumbuk, tinggi jatuh penumbuk, dan volume cetakan. Semakin tinggi usaha yang diberikan maka berat volume kering yang dicapai akan semakin tinggi pula.

Di laboratorium pemadatan dapat dilakukan dengan dua metode yaitu pemadatan dengan proctor standar manual dan automatic compactor. Pada pengujian pemadatan dengan proctor standar manual kemungkinan sering terjadi kesalahan pada usaha yang diberikan karena human error yaitu pada tinggi jatuh penumbuknya. Tinggi jatuh penumbuk yang sudah memiliki ketentuan yaitu pada pengujian pemadatan menggunakan proctor standar sebesar 12 in, sedangkan pada pengujiannya tinggi jatuh tersebut dapat

berbeda-beda dan tidak sesuai dengan ketentuan tinggi jatuh proctor standar, maka untuk meminimalisir kesalahan yang dapat terjadi pada pemadatan menggunakan proctor standar manual tersebut, pengujian pemadatan dapat dilakukan menggunakan dengan automatic compactor. Adapun maksud dan tujuan dari pengujian ini, antara lain:

1. Untuk mengetahui kadar air optimum pada suatu pemadatan dengan gaya tertentu.
2. Untuk mengetahui angka pori dan porositas tanah.
3. Untuk mengetahui berat isi tanah basah di lapangan.
4. Untuk mengetahui berat isi tanah kering di lapangan

2.6.8 Pengujian Modified Proctor

Pemadatan adalah salah satu yang paling umum dan hemat biaya sarana untuk menstabilkan tanah. Tugas yang sangat penting dari insinyur geoteknik adalah kinerja dan analisis tes kontrol lapangan untuk memastikan bahwa dipadatkan pengisi memenuhi spesifikasi desain yang ditentukan. Spesifikasi desain biasanya menyatakan kepadatan yang diperlukan (sebagai persentase dari kepadatan "maksimum" diukur dalam uji laboratorium standar), dan kadar air.

Secara umum, kebanyakan sifat teknik, seperti kekuatan, kekakuan, ketahanan terhadap penyusutan, dan ketahanan tanah, akan meningkat dengan meningkatkan kepadatan tanah. Kadar air optimum adalah kadar air yang menghasilkan paling besar kerapatan untuk upaya pemadatan tertentu. Pemadatan pada kadar air lebih tinggi dari (basah dari) kadar air optimum menghasilkan tanah yang relatif tersebar struktur (orientasi partikel paralel) yang lebih lemah,

lebih ulet, kurang tembus, lebih lembut, lebih rentan menyusut, dan kurang rentan terhadap pembengkakan dari tanah yang dipadatkan kering optimum untuk kepadatan yang sama. Tanah dipadatkan lebih rendah dari (kering) kadar air optimum biasanya menghasilkan tanah terflokulasi struktur (orientasi partikel acak) yang memiliki karakteristik berlawanan dari tanah yang dipadatkan basah dari kadar air optimum dengan kerapatan yang sama.



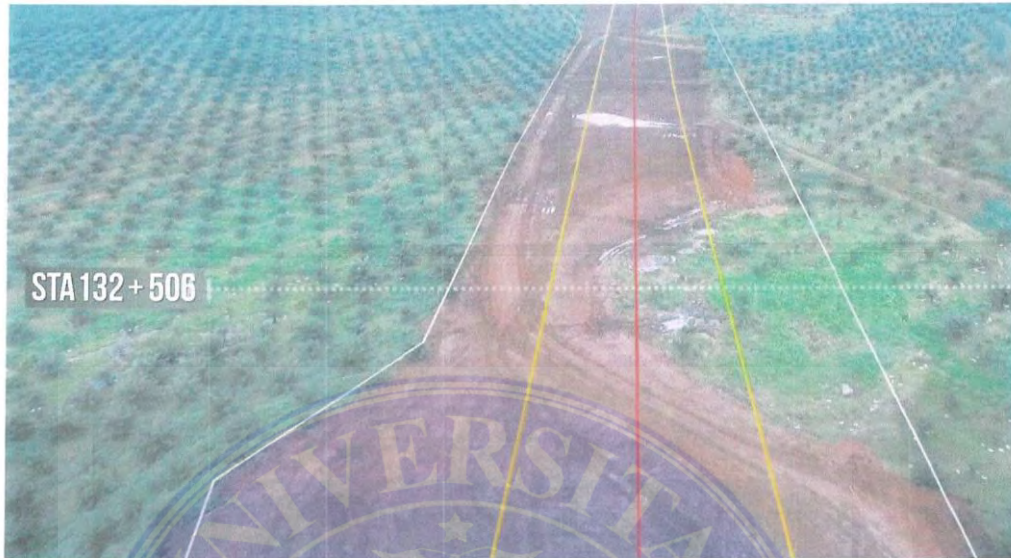
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Setelah dilakukan Survei lapangan pada proyek Jalan Tol Ruas Indrapura-Kisaran, diketahui STA 132+500 saat diambilnya sampel tanah dan dilakukan pengujian Borlog lapangan pada lapisan tanah dasar tersebut memiliki daya dukung kuat tanah yang sangat lemah sehingga menjadi suatu masalah yang harus ditanggapi untuk melakukan perbaikan tanah dilapangan. Penyebab tanah dasar tersebut memiliki daya dukung yang lemah karena tanah dasar tersebut mengandung kadar air dan muka air tanah yang tinggi. Dari pengujian *Boring* yang terdapat pada dapat kita lihat muka air tanahnya berada pada kedalaman 0.5meter dengan jenis tanah lempung dengan warna tanah abu-abu gelap. Pada kedalaman mulai dari 0.5 meter sampai dengan kedalaman 2.5 meter dengan nilai NSPT masih 0 atau tanah mempunyai daya dukung yang rendah sekali. Dan tanah keras pada lokasi tanah rawa STA 132+500 jalan Tol Indrapura-Kisaran berada pada kedalaman 28.5 meter dengan nilai NSPT 60. Oleh Karena itu harus dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki kondisi tanah rawa yang kurang baik untuk dilakukannya suatu pembangunan jalan tol.

3.2 Peta Lokasi



Gambar 3.1 lokasi penelitian

Proyek pembangunan jalan Tol Indrapura – Kisaran ini terletak di Provinsi Sumatera Utara, Kabupaten Batubara, Kecamatan Air Putih, Desa Sipare - pare yang dibangun dari Muara Fajar pada STA 109+100 s/d STA 156+850, Tepatnya lokasi penelitian ini pada Sta 132+506.

3.3 Pengambilan Sampel

Sampel tanah lempung yang dipakai dalam pengujian ini diambil dari lokasi tanah galian di Proyek Jalan Tol Indrapura-Kisaran Pada Sta 132+506. Sampel diambil pada kedalaman 0,50 – 1,00 meter dengan cara mencangkul (Disturbed Sample) sampel yang diambil sekitar 150 kg. Sampel yang sudah diambil terlebih dahulu dikeringkan dengan pengeringan alami (kering akibat udara/panas alam) sampai kering permukaan dan kemudian dilakukan pengujian di laboratorium.

3.4 Pengolahan Data

Persiapan tanah lempung dilakukan dengan mengeringkan secara alamiah terlebih dahulu sampai kering permukaan. Tanah yang kering akibat udara itu diayak dengan menggunakan saringan no.200. Kemudian tanah tersebut disimpan dalam kantong plastik, akan tetapi dalam proses pengeringan alamiah yang disamakan. Untuk pengujian pemadatan (proctor) pencampuran pasir dilakukan dengan perbandingan persen berat sampel yang digunakan yaitu :

- Campuran tanah asli tanpa campuran pasir
 - Campuran tanah asli 85% dan pasir 15% (untuk campuran 5:1)
 - Campuran tanah asli 70% dan pasir 30% (untuk campuran 7:3)
 - Campuran tanah asli 60% dan pasir 40% (untuk campuran 2:1)
- Pencampuran tanah lempung –pasir dilakukan dengan cara manual atau dengan menggunakan adukan tangan. Sampel yang sudah dimasukkan dengan pasir tersebut disimpan didalam kantong plastik dan didiamkan selama 24 jam.

3.5 Analisa Data

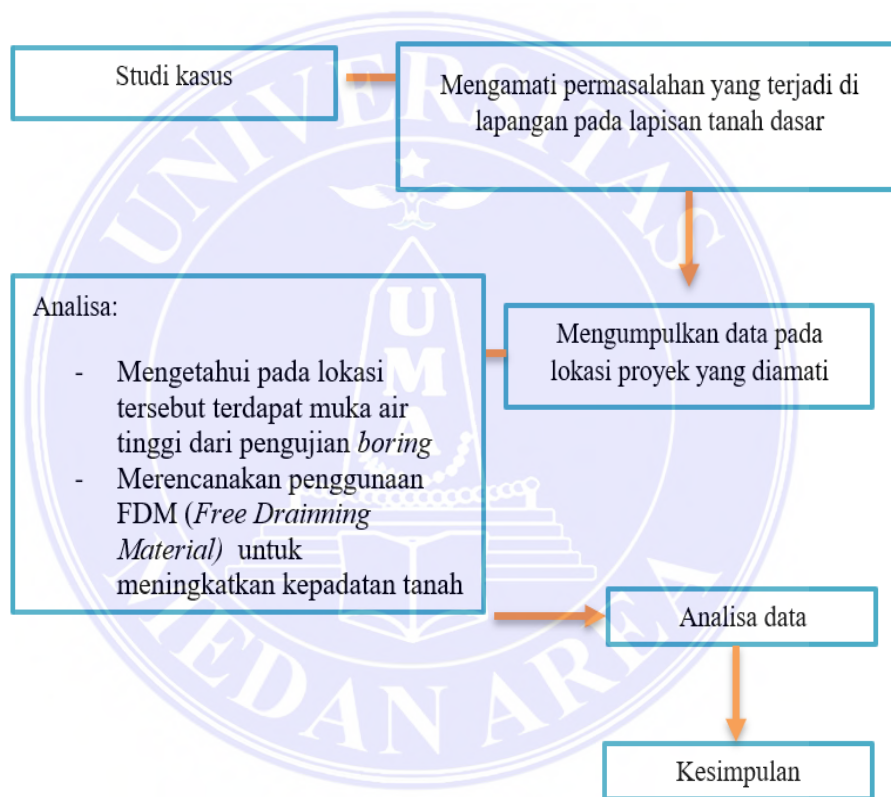
Penyelidikan tanah yang memadai merupakan suatu pekerjaan pendahuluan yang sangat penting pada pelaksanaan sebuah proyek teknik sipil. Informasi ini harus diperoleh untuk membuat suatu desain yang aman dan ekonomis serta untuk menghindari kesulitan pada saat pelaksanaan konstruksi. Pengujian di laboratorium diperlukan untuk mendapatkan data tentang jenis dan sifat tanah yang lebih akurat, baik dalam keadaan asli maupun akibat penambahan pasir contohnya seperti pada penelitian ini. Pengujian ini dilakukan di

Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sumatera Utara mengacu pada ASTM standart yang sesuai dengan alat yang tersedia dilaboraorium, yaitu :

1. Pengujian Pemadatan (Compection Test)

2. Pengujian Kadar Air

3.6 Kerangka Berfikir



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada bab IV didapatkan hasil pada pengujian sandcone yang menunjukkan meningkatnya nilai kepadatan tanah yang begitu signifikan. Terbukti dari beberapa kali pengujian titik yang berbeda menunjukkan hasil peningkatan kepadatan yang baik. Dari pengujian kondisi awal yang nilai kepadatannya 71,2% setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode Free Draining Material hasil rata-rata pengujian sandcone dengan nilai kepadatannya 97,3%.

Tidak hanya dari pengujian sandcone, dari pengujian standart proctor dan juga modified proctor pun menunjukan bahwa perbaikan tanah rawa dengan menggunakan Free Draining Material (pencampuran pasir) memberikan tingkat kepadatan yang jauh lebih baik dan sesuai dengan standar spesifikasi teknis jalan bebas hambatan dan jalan tol devisi 4.

Penambahan jumlah kadar campuran pasir yang semakin banyak mengakibatkan tingkat kepadatan tanah semakin tinggi, dan hasil pengujian dengan metode modified proctor mendapatkan hasil yang jauh lebih tinggi tingkat kepadatannya dibandingkan dengan metode standar proctor. Namun kedua metode tersebut dapat menunjukkan dan membuktikan bahwa dengan penambahan Free Draining Material yaitu pasir dapat meningkatkan kepadatan dan stabilitas tanah rawa menjadi lebih baik.

5.2 SARAN

Dari hasil analisis metode Free Draining Material (*FDM*) untuk studi kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Inderapura-Kisaran diambil beberapa kesimpulan. Namun, hasil ini belum cukup dan masih mungkin untuk melakukan analisis lebih jauh lagi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan mengenai perbaikan tanah rawa dalam suatu proyek.



DAFTAR PUSTAKA

- Aswanda, Suwarno, S. (2020). Perencanaan Timbunan dan Perbaikan Tanah Dasar pada Proyek Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 8640-2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik
- BSN, “Cara Uji Konsolidasi Tanah Satu Dimensi,” SNI 2812:2011, 2011.
- Fahmi, M., & Ikhya, I. (2020). Analisis Stabilitas Timbunan Pada Tanah Dasar Berbentuk Lereng dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknil Sipil*, 6(3), 179. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i3.179>
- Gofar, N dan Kasim, KA., “Introduction to Geotechnical Engineering,” Person Ed. Singapore, Part I, 2007.
- Gofar, N dan Kasim, KA., “Introduction to Geotechnical Engineering,” Person Ed. Singapore, Part II, 2007
- Gouw, TL. “Case Histories on the Application of Vacuum Preloading and Geosynthetic-Reinforced Soil Structures in Indonesia,” *Indian Geotechnical, Journal* 50 (2): 213-237. Springer India, 2020.
- Gunawan, A. A. (2018). Analisa Stabilisasi Tanah Lunak Pada Proyek Ruas Jalan Tol Balikpapan Metode Preloading & Prefabricated. Universitas Katolik Parahyangan.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah 2*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta. Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018*.
- Magdi M. E. Zumrawi 2015. *Jurnal Ilmiah: Stabilisation of Pavement Subgrade by Using Fly Ash Activated by Cement*, university of Khartoum, Khartoum, Sudan.
- Nawir, H., Apoji D., Fatimatuzahro, R., dan Pamudji M. D., “Prediksi Penurunan Tanah Menggunakan Prosedur Observasi Asaoka, Studi Kasus: Timbunan di Bontang, Kalimantan Timur,” *Jurnal Teknik Sipil ITB* 19 (2) 133-148, 2012.

LAMPIRAN

PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JALAN TOI.
RUAS INDRAMARA - KOSARAN (STA. 109+100 S/D 116+850)

Material		FIELD DENSITY TEST SAND CONE METHOD ASTHOM T 181 - 51		Date of Test		
CUT FILL				13-11-2017		
Klasifikasi				Sample No		
B21500-B21550				P1 PM		
No Test				Tested By		
Site Test				FURIH		
Layer		Unit	P1	P2	P3	P4
			4	4	4	
VOLUME OF HOLE	Wt. of Sand bottle	Gr	7293	7213	7179	
	Wt. of Sand Remain in Bottle	Gr	2989	2956	2956	
	Wt. of Sand Released	a-b Gr	4259	4257	4223	
	Wt. of Sand in Plate and Cone	Lab Gr	1601	1601	1601	
	Wt. of Sand in Hole	c-d Gr	2653	2656	2622	
	Unit Weight of Sand	Lab Gr/ol	1.906	1.906	1.906	
	Volume of Hole	wt Cm ³	1887	1889	1865	
MOISTURE CONTENT	Wt. of Wet Sample + Container	Gr				
	Wt. of Dry Sample + Container	Gr				
	Wt. of Container	Gr				
	Wt. of Water	H Gr				
	Wt. of Dy Sample	H Gr				
Water Content	$\frac{H}{100}$ %		27.00	27.50	27.00	
DENSITY	Wt. of Wet sample + Container	Gr	3532	3552	3550	
	Wt. of Container	Gr	330	330	330	
	Wt. of Wet sample	1-2 Gr	3202	3222	3220	
	Wet Density (wb)	3/g Gr/cc	1.697	1.706	1.727	
	Dry Density (dd)	1-107 Gr/cc	1.336	1.338	1.260	
COMPACTION	Max. Dry Density	Lab. Gr/cc		1.981	1.981	
	Optim. Moisture Content	Lab. %		28.00	28.00	
	Retaining Sieve # 4	%				
	Passing Sieve # 4	%				
	MDD Correction	$\frac{100 \times 1.9}{(0.075 + 0.15)}$ Gr/cc				
	Required of Compaction	%				
	Degree of Compaction	$\frac{DD}{MDD} \times 100$ %		96.1	86.2	97.8
Remark						
Contractor PT. PP (Persero) Tbk.			Consultant Supervisor PT. Virama Karya (Persero)			

PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JALAN TOL
REAS INDRAMURA - SISARAN (STA. 109+00.50 - 116+850)

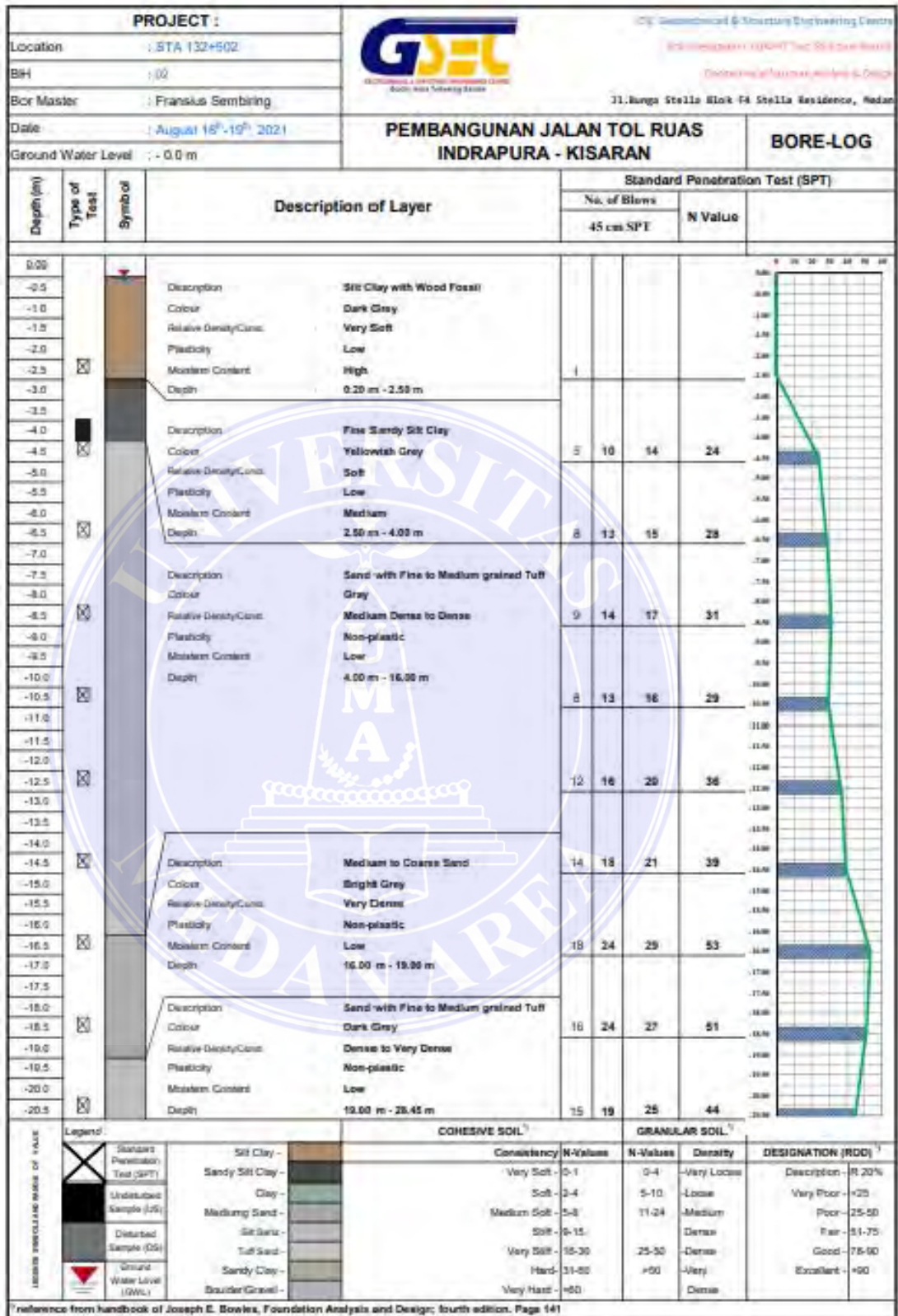
Name		FIELD DENSITY TEST SAND CONE METHOD		Date of Test	
No. 1371500-134550		ASTM D 155 - 51		15-11-2021	
Cut Fill				Sample No	
				PT DV	
				Tested By	
				FIKIH	
Test		Unit	P1	P2	P3
			S	S	S
WEIGHTS	Wt. of Sand + Bottle	Gr	7332	7312	7278
	Wt. of Sand Remain in Bottle	Gr	2122	2059	2022
	Wt. of Sand Released	Gr	4210	4258	4256
	Wt. of Sand in Plate and Cone	Lab Gr	1601	1601	1601
	Wt. of Sand in Hole	Gr	2609	2657	2655
	Unit Weight of Sand	Lab Gr/cc	1.404	1.406	1.406
	Volume of Hole	Gr	1856	1890	1888
MOISTURE CONTENT	Wt. of Wet Sample + Container	Gr			
	Wt. of Dry Sample + Container	Gr			
	Wt. of Container	Gr			
	Wt. of Water	Gr			
	Wt. of Dry Sample	Gr			
Water Content	%	27.20	27.60	27.20	
QUALITY	Wt. of Wet sample + Container	Gr	3523	3565	3531
	Wt. of Container	Gr	330	330	330
	Wt. of Wet sample	Gr	3193	3235	3201
	Wet Density (g/cc)	Gr/cc	1.721	1.712	1.695
	Dry Density (g/cc)	Gr/cc	1.355	1.342	1.333
CORRECTED	Max. Dry Density	Lab Gr/cc		1.481	1.481
	Comp. Moisture Content	Lab %		28.40	28.40
	Factorial Sieve #4	%			
	Passing Sieve #4	%			
	MDD Correction	Gr/cc			
	Required of Compaction	%			
	Degree of Compaction	%	97.5	96.5	95.9

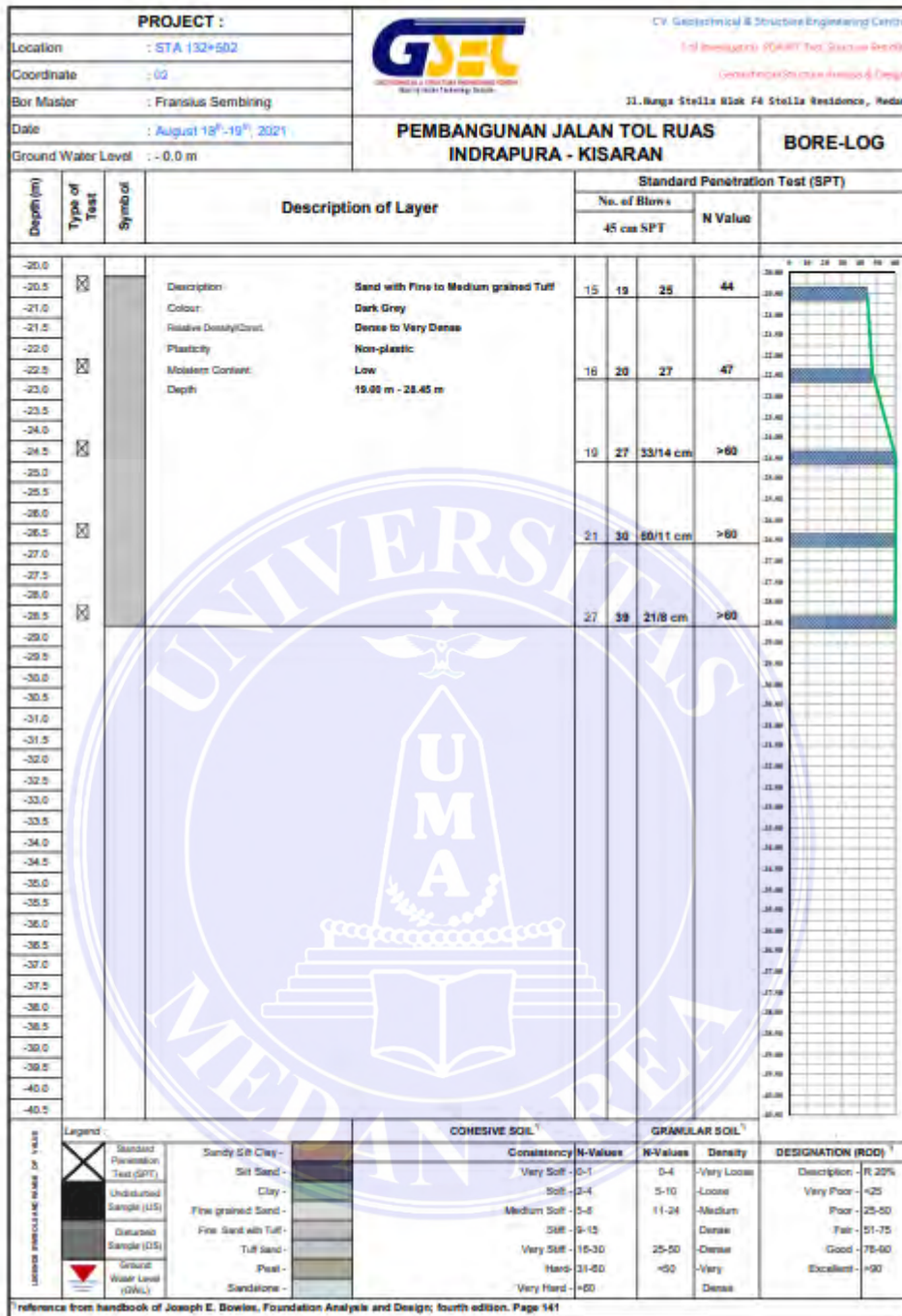
mark

Perusahaan: PT. PP (Persero) Tbk.
 Konsultan Supervisi: PT. Virama Karya (Persero)

PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JALAN TOL
 RUDAS INDRAPURA - KISARAN (STA. 109+100 S/D 156+850)

Name		FIELD DENSITY TEST SAND CONE METHOD			Date of Test	8-11-2021
Material : CBM		AASHTO T 191 - 51			Sample No	T 5
Location : P.11350-1221 (100)					Tested By	F101H
No Test	Sta. Test	Unit	P1	P2	P3	
Layer			S	S	S	
VOLUME OF HOLE	a	Wt. of Sand-Bottle	Gr.	7355	7345	7356
	b	Wt. of Sand Remain in Bottle	Gr.	3021	3123	3156
	c	Wt. of Sand Released	a-b Gr.	4334	4222	4200
	d	Wt. of Sand in Plate and Conc	Lab. Gr.	1638	1638	1638
	e	Wt. of Sand in Hole	c-d Gr.	2696	2584	2562
	f	Unit Weight of Sand	Lab. G/CC	1.489	1.389	1.389
g	Volume of Hole	e/f Cm ³	1854	1860	1844	
MOISTURE CONTENT	h	Wt. of Wet Sample + Container	Gr.			
	i	Wt. of Dry Sample + Container	Gr.			
	j	Wt. of Container	Gr.			
	k	Wt. of Water	h-i Gr.			
	l	Wt. of Dy Sample	H Gr.			
m	Water Content	$\frac{j}{i} \times 100$ %	20.0	19.0	19.0	
DENSITY	1	Wt. of Wet sample + Container	Gr.	3532	3488	3400
	2	Wt. of Container	Gr.	330	330	330
	3	Wt. of Wet sample	1-2 Gr.	3202	3158	3070
	4	Wet Density ρ_w	3/Grcc	1.727	1.698	1.664
5	Dry Density ρ_d	$\frac{3}{1+w}$ G/CC	1.439	1.427	1.399	
CORRECTION	6	Max. Dry Density	Lab. G/CC		1.470	
	7	Optm. Moisture Content	Lab. %		21.31	
	8	Retained Sieve # 4	%			
	9	Passing Sieve # 4	%			
	10	MDD Correction	$\frac{100 \times \rho_d}{(100 - (w - 20)) \times \rho_d}$ G/CC			
	11	Required of Compaction	%			
	12	Degree of Compaction	$\frac{\rho_d}{\rho_{dmax}} \times 100$ %	92.9	97.0	95.1
Remark :						
Contractor PT. PP (Persero) Tbk.			Consultan Supervisi PT. Virama Karya (Persero)			
()			()			







UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area









UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

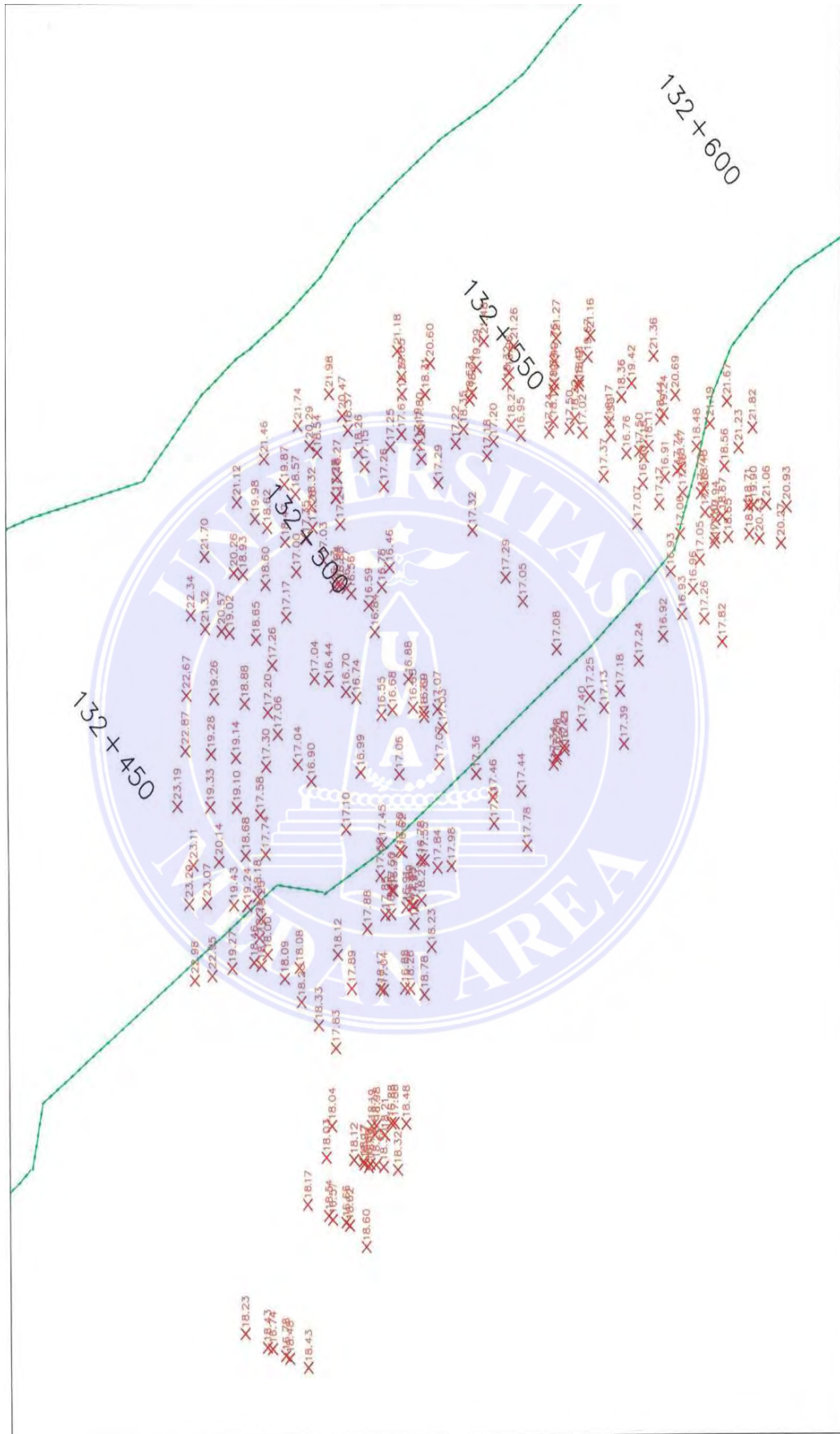




UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

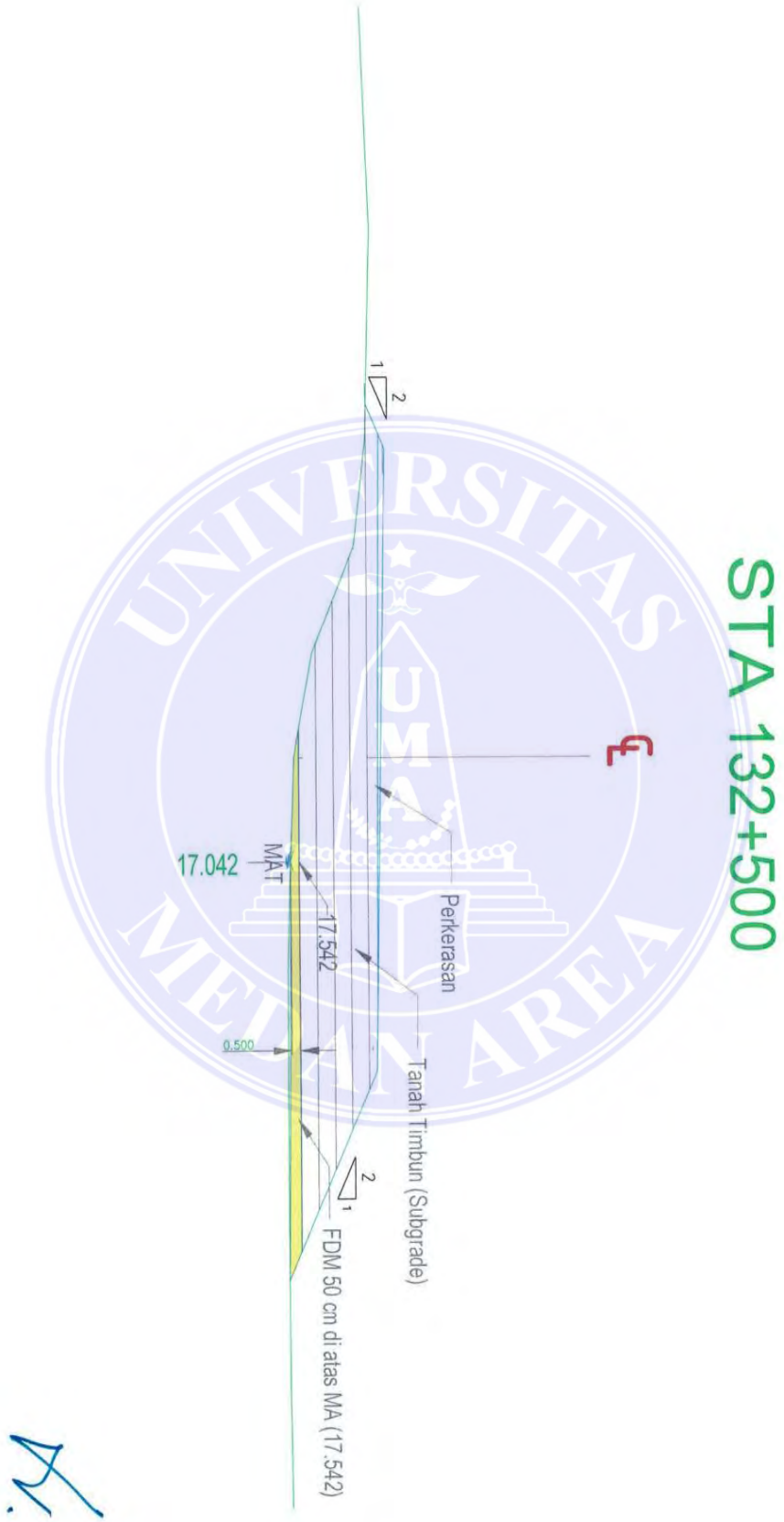
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

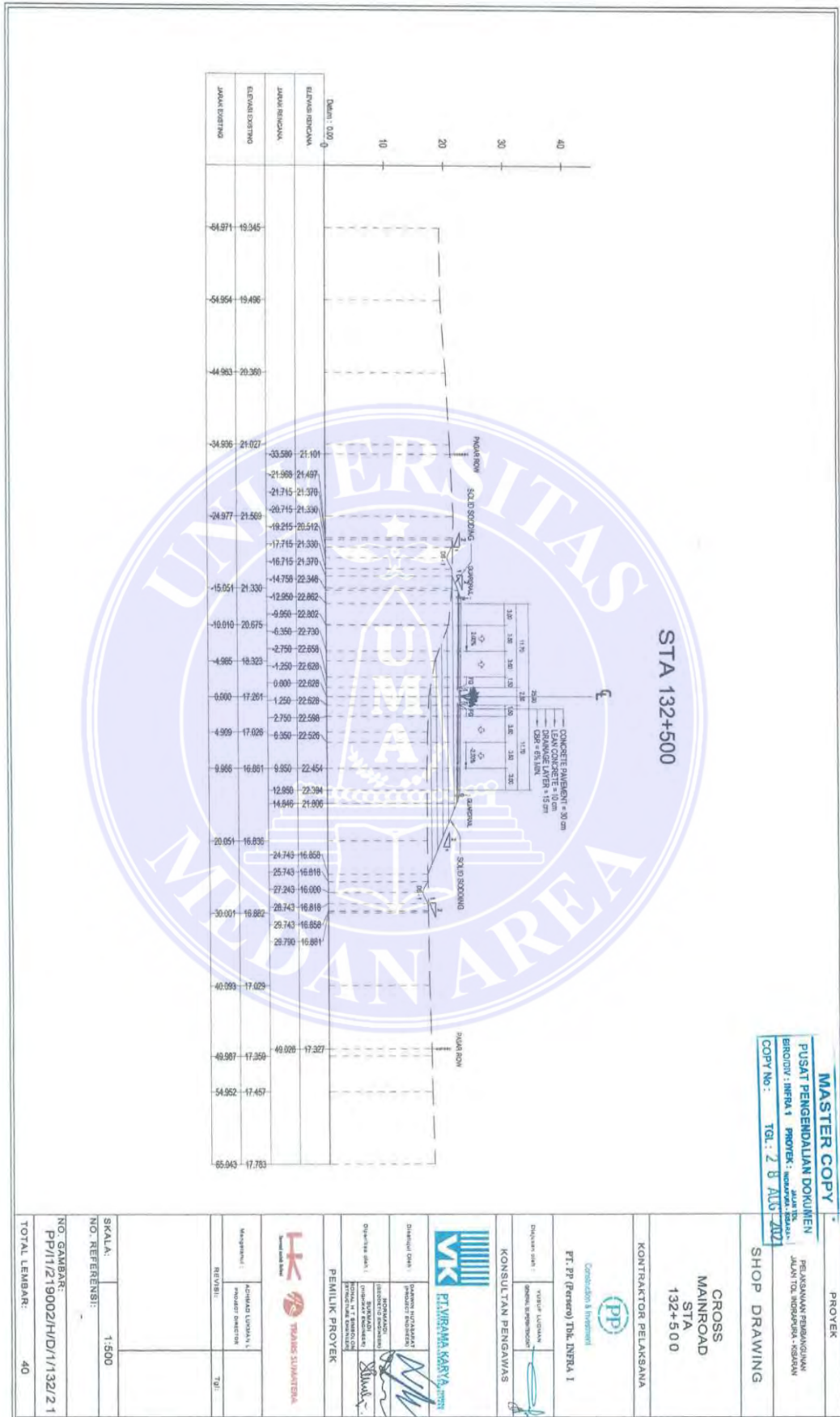


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

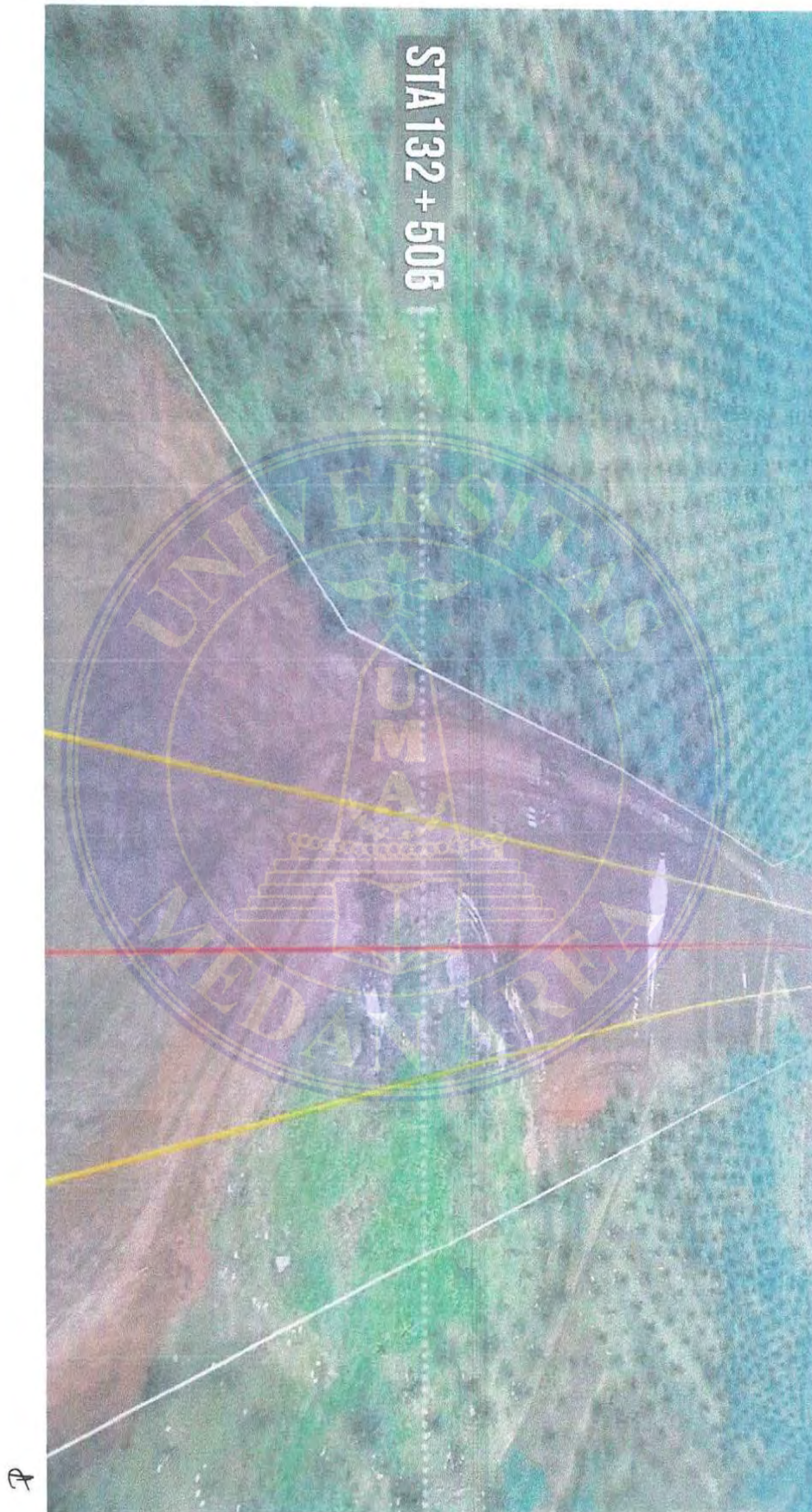
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area





MASTER COPY
 PUSAT PENGENDALIAN DOKUMEN
 BIRUJAY : INFRA 1 PROYEK : MEDANVA - BEKAWA
 JALAN TOL MEDAN-POROK - SIBOLGA
 COPY No. : TGL. 28 AGUS 2017

PROYEK	PELAKSANAAN PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN JALAN TOL MEDAN-POROK - SIBOLGA
SHOP DRAWING	
CROSS MAINROAD STA 132+500	
KONTRAKTOR PELAKSANA	
Consulting & Investment	
FT. PP (Perencanaan) TOL INFRA 1	
Engineering	YOGA SYAHPUTRA ADI PURNAMA
CONSULTAN PENGAWAS	
Desain dan	YOGA SYAHPUTRA ADI PURNAMA
PROJEKSI	
REVISI	
NO. GAMBAR	PP/1/219002/H/D/1/132/2 1
TOTAL LEMBAR	40



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area