

TRAKT SKRIPSI
KORELASI NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO DAN DYNAMIC
CONE PENETROMETER PADA TANAH LEMPUNG

Oleh:

DEDY HERIANTO SIMAMORA
NIM. DAS 115 042



JURUSAN PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA

2022

SKRIPSI

KORELASI LAJ CAHAYA BEARING RATH DAN DYNAMIC
CONE PENETROMETER PADA TANAH LEMPUNG

oleh

BEDY HERIANTO MUBAWIRA
NIM. 003.117402

Ditertajil secara digital resmi dalam Form Elektronis
dan Berisi Ases Ujian Skripsi

Palangia Raya, Maret 2017

Pembimbing Utama

M. RIDWAN YANI, S.T., M.T.
NIP. 10710225-199602 1 001

Pembimbing Pendamping

Dr. FATMA SAMI, S.T., M.T.
NIP. 19720231 199702 2 001

Diperseksi

Jurusan Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangia Raya
Karas

Dr. RIDWANULLO, S.T., M.T.
NIP. 10710225 199911 1 001

KORELASI NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO DAN DYNAMIC
CONE PENETROMETER PADA TANAH LEMPUNG

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi I pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh:

DEDY BERHANTO SIMANORA

NPM. 104111102

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal: Selasa, 22 Maret 2022
Waktu: 09.00 – 11.00 WIB
Tempat: Ruang Sidang-Susunan (offline)

Tim Penguji

1. **Dr. M. ICHWAN YANI, S.T., M.T.**
NIP. 19710221 199032 1 001

(Ketua Penguji/Pengaji 1)

2. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**
NIP. 19720219 199702 2 001

(Sekretaris/Pengaji 2)

3. **Dr. H. SUKADI GANDI, M.M.**
NIP. 19730706 198701 1 002

(Pengaji 3)

4. **Dr. GORRIANUS HENDRI, S.T., M.T.**
NIP. 19750801 200604 1 003

(Pengaji 4)

Megretakan

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya

Oleh:

Dr. WALUYO NURWANTORO, M.T.
NIP. 19681117 199002 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Kelas:

Dr. HEDIWALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780808 200501 1 002

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Dedy Harianto Simamora
NIM : DAS 113 082
Tempat, Tgl lahir : Doloksisanggol, 16 Juni 1997
Status : Mahasiswa
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Jl YOSUDARSO VI
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Bonanionan RT RW: 000/000 Kec. Doloksisanggol
Email : dedyharimant@gmail.com
No. Hp : 882560257767
No. U/A : 882560257767
Facebook : Dedy Simamora
Instagram : reteddy
Link : -
Nama Ayah : Felix Simamora
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
Alamat : Bonanionan RT RW: 000/000 Kec. Doloksisanggol
No. Hp : -
Nama Ibu : Nani Pate
Pekerjaan Ibu : PNS Guru
Alamat : Bonanionan RT RW: 000/000 Kec. Doloksisanggol
No. Hp : 882163117473



Riwayat Pendidikan*)

- > TK : -
- > SD : SD NEGERI 173403 (2003-2009)
- > SLTP : SMP BUASTA SANTA LUSIA Doloksisanggol (2009-2012)
- > SLTA : SMA NEGERI 1 Doloksisanggol (2012-2015)
- > Mulai mengikuti perkuliahan Program Studi-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangkaraya 1 September 2015

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memungkinkan rencana rencana saya serta kemudahan yang agung berkah sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dan di ajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Terima kasih ku ucapkan untuk :

- ◆ Keluarga tercinta Bapak, Mama, Kakak, Adik dan keluarga besar di Sontara terima kasih telah selalu membantu motivasi dan selalu menyisihkan kasih sayang, selalu mendoakan, selalu memotivasi serta selalu menyempatkan realisasikan hal yang lebih baik sehingga aku dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
- ◆ Dosen Pembimbing Akademik saya Bapak April D.P. Gawai, S.T.,M.T., Dosen Pembimbing Utama M. Akhwan Yani, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Pendamping Dr. Ferasa Seta, S.T., M.T.,Dosen Pembahas I E. Saradji Gani, N.M., Dosen Pembahas 2 Okrotius Hendri, S.T., M.T., Dosen Moderasi Ibu Dwi Rizki, S.T., M.T., dan Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah membimbing saya selama ini.
- ◆ Teman-teman sepejangan skripsi di Laboratorium Bang Haidi Trioso Siringriango, Fernando Sumanjuntak, Ivan Malar, Ruth Silitonga, Jesseni Sitinjak, Sudiko Sumanjuntak, Baga Yuriga, Julia Silitonga, Winda Purba, Rona Hutabarat, Friska Ertora, tanpa kalian mungkin penelitian ini tidak berjalan dengan lancar.
- ◆ Teman-teman yang selalu memberi semangat dan Motivasi saya May Tebing, Aisyah Nabila, Yusefia Rumapas, Maria Marwan, dan Kak Valen Sipalecter
- ◆ Teman-teman angkatan 2015 yang telah menolong dari awal sampai sekarang dari yang sulit hingga menyelesaikan masalah bersama di perkuliahan, kalian terbaik.
- ◆ Alumnus saya, Universitas Palangka Raya

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa segala data telah dipakai sebagaimana asal memperoleh guna keseragaman di perguruan tinggi tersebut. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakberanian pernyataan saya.

Palangra Raya, Maret 2022



DEDY HERIANTO SIMAMORA
NIM: DAH 115 082

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kasih setia-Nya Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Proposal Tugas Akhir ini berjudul "KORRELASI NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO DAN DYNAMIC CONE PENETROMETER PADA TANAH LEMPUNG" disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.

Pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Wahyu Mawantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
2. Bapak Dr. Hadi Wahyu, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
3. Bapak April B.P. Gawi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak M. Ikhsan Yami, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Dr. Fawza Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian Proposal ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan kesadaran akan segala keterbatasan dan kelemahan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, masih kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna kesempurnaan penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir selanjutnya.

Palangkaraya, Januari 2022

BEDY MERIANTO SIMAMORA
NIM. DAB 117 062

RINGKASAN

KORELASI NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO DAN DYNAMIC CONE PENETROMETER PADA TANAH LEMPUNG, Dedy Horizato Simamora, DAB 115 082, 2021, Jurusan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

California Bearing Ratio (CBR) dikenal secara umum pada proyek di Indonesia, bahkan dapat dikatakan bahwa CBR merupakan standar tes untuk mengetahui kekuatan tanah. Kekuatan tanah dasar seperti yang ada di lapangan seperti nilai California Bearing Ratio (CBR) tergantung pada kondisi pada saat pelaksanaan dan selama operasi pelayanan berlangsung alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) sudah mulai mulai digunakan pada daerah yang luas seperti Kalimantan Tengah misalnya, dimana pada daerah ini fasilitas transportasi relatif tidak ada melalui CBR oleh itu, untuk memperoleh data CBR yang dibutuhkan di lapangan menggunakan alat yang lebih memudahkan dalam pemasangan perkakasan jalan dengan mencari korelasi nilai CBR laboratorium dan nilai CBR lapangan berdasarkan alat DCP.

Adapun tujuan penelitian yaitu mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung yang digunakan, menganalisis nilai CBR di laboratorium dan nilai CBR di lapangan berdasarkan alat DCP, serta menganalisis korelasi nilai California Bearing Ratio (CBR) dan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada provinsi jalan Sei Manyo-Tumbang Lahang, Kalimantan Tengah.

Dari hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah di laboratorium: klasifikasi tanah menurut USCS pada titik I, II, III, IV dan V termasuk kategori CL dan menurut AASHTO termasuk kategori A-6(4). Dari hasil pengujian sifat mekanik di laboratorium dengan pengujian pemadatan (*Standard Proctor*) didapat kadar air optimum (W_{opt}) dan batas liat kering maksimum (γ_{max}) pada titik I $W_{opt} = 26,40\%$ dengan $\gamma_{max} = 1,530 \text{ g/cm}^3$; titik II $W_{opt} = 23,00\%$ dengan $\gamma_{max} = 1,480 \text{ g/cm}^3$; titik III $W_{opt} = 26,40\%$ dengan $\gamma_{max} = 1,528 \text{ g/cm}^3$; titik IV $W_{opt} = 25,80\%$ dengan $\gamma_{max} = 1,530 \text{ g/cm}^3$; titik V $W_{opt} = 26,53\%$ dengan $\gamma_{max} = 1,512 \text{ g/cm}^3$. Dengan nilai CBR Laboratorium dan CBR Lapangan dengan DCP titik 1 CBR Lab = 3,00%, CBR Lap = 1,767% titik 2 CBR Lab = 3,23%, CBR Lap = 1,778% titik 3 CBR Lab = 3,28%, CBR Lap = 1,833% titik 4 CBR Lab = 3,47%, CBR Lap = 1,797% titik 5 CBR Lab = 3,24%, CBR Lap = 1,800%. Dari hasil analisis regresi linear antara CBR (*California Bearing Ratio*) dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) didapat persamaan $y = 2,5436x - 2,1804$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,5838 dan nilai koefisien korelasi (r) = 0,7653 menunjukkan adanya hubungan sangat kuat dan dapat disimpulkan semakin besar nilai CBR laboratorium maka nilai CBR DCP semakin besar.

Kata kunci: Tanah lempung, Korelasi, CBR, DCP

SUMMARY

THE CORRELATION OF THE VALUE OF CALIFORNIA BEARING RATIO AND DYNAMIC CONE PENETROMETER IN CLAY SOIL. Dedy Harianto Simanungata, DAB 115 082, 2021, the Department Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangia Raya.

California Bearing Ratio (CBR) is known in general as a project in Indonesia, even can be said that the CBR is a standard test to determine the strength of the soil. The strength of the substance as there are in the field such as the value of California Bearing Ratio (CBR) depending on the conditions at the time of and during the operation of the service tools place tool Dynamic Cone Penetrometer (DCP) is well suited for use on large areas such as Central Kalimantan, for example, where in this case facilities transportation is relatively difficult and expensive. Therefore, to obtain data of CBR are required in the field using a tool that makes it easier in planning the pavement with finding the correlation of the value of CBR and laboratory CBR value of the field based on the tool DCP.

The purpose of the study is to analyze the properties-physical and mechanical properties of clay used, analyze the value of CBR in the laboratory and CBR value in the field based on the tool DCP, as well as to analyze the correlation of the value of California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) on provinsi pulau Sei Selayu-Yumbung Labung, District of Kapuas Hilir, Kapuas Regency, Central Kalimantan.

From the results of testing the physical properties of soil in the laboratory soil classification according to USCS at the point of I, II, III, IV and V categories of CL and according to AASHTO including A-6(4). From the results of testing the mechanical properties in the laboratory with testing compaction (Standard Proctor) obtained optimum moisture content (W_{opt}) and the weight of the contents dry maximum ($\gamma_{d,max}$) at the point I W_{opt} = 26,48% with $\gamma_{d,max}$ = 1,569 g/cm³, a II W_{opt} = 23,00% with $\gamma_{d,max}$ = 1,489 g/cm³, point III W_{opt} = 26,40% with $\gamma_{d,max}$ = 1,529 g/cm³, point IV W_{opt} = 25,80% with $\gamma_{d,max}$ = 1,550 g/cm³, point V W_{opt} = 26,58% with $\gamma_{d,max}$ = 1,515 g/cm³. With a CBR value of Laboratory and Field CBR with DCP is 1 CBR Lab = 3,08%, CBR Lap = 3,767%, point 2 CBR Lab = 3,23 percent, CBR Lap = 3,776%, a 3 CBR Lab = 3,28%, CBR Lap = 3,833%, a 4 CBR Lab = 3,47%, CBR Lap = 4,762% point 5 CBR Lab = 3,24%, CBR Lap = 4,420%. From the Results of the analysis regresi linear between the CBR (California Bearing Ratio) with DCP (Dynamic Cone Penetrometer) obtain the equation $y = 2.5436x + 2.1804$ with the value of the coefficient of determination (R^2) = 0,5828 and the value of the correlation coefficient (r) = 0,7633 shows a very strong relationship and it can be concluded that the greater the laboratory CBR value, the greater the DCP CBR value.

Keywords: clay, Correlation, CBR, DCP

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN PENGESAHAN	i
PRAKATA	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penebaran dan CER Tanah	7
2.1.1 Penebaran Tanah	7
2.1.2 CER (California Bearing Ratio)	8

2.2	Menentukan Nilai CER Lapangan Menggunakan Data DC9 (<i>Dynamic Core Parameters</i>).....	11
2.3	Pengujian Sifat-Sifat Fisik (<i>Water Properties</i>) yang Berkaitan Dengan Pengujian.....	14
2.4	Pengujian Sifat-Sifat Mekanik (<i>Engineering Properties</i>) yang Berkaitan Dengan Pengujian.....	18
2.5	Sistem Klasifikasi Tanah.....	18
	2.5.1 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	18
	2.5.2 Sistem Klasifikasi Unified.....	21
2.6	Penelitian Terintegrasi.....	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Pelaksanaan Penelitian.....	28
	3.1.1 Pengambilan Sampel Tanah Asli Dari Lapangan.....	29
3.2	Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah.....	30
	3.2.1 Pemeriksaan Kadar Air Tanah (<i>Water Content</i>).....	30
	3.2.2 Pemeriksaan Berat Volume (<i>Volume Weigh</i>).....	30
	3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>).....	30
	3.2.4 Batas Konsistensi Tanah (<i>Atterberg Limit</i>).....	30
	3.2.5 Pemeriksaan Analisis Serapan (<i>Shrink Analysis</i>).....	31

	Halaman
3.3 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah	31
3.3.1 Pengujian Fondamen (Proctor Standard)	32
3.4 CBR Laboratorium	34
3.4.1 Maksud dan Tujuan	34
3.4.2 Pelaksanaan	34
3.5 Pengujian DCP	36
3.5.1 Maksud dan Tujuan	36
3.5.2 Pelaksanaan	37
3.6 Cara Analisis data	38
3.7 Bahan Ajar Penelitian	38

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum	40
4.2 Hasil Penelitian	40
4.2.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah	40
4.2.2 Klasifikasi Tanah	41
4.2.3 Pengujian Sifat Mekanik Tanah	47
4.2.4 Pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP)	52
4.3 Korelasi Nilai CBR (California Bearing Ratio) dan DCP (Dynamic Cone Penetrometer)	57

	Halaman
BAB V PENUTUP	
5.2 Kesimpulan	59
3.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	3
Gambar 1.2 Detail Lokasi Penelitian	6
Gambar 2.1 Alat Uji DCP	10
Gambar 2.2 Alat Uji CBR Lapangan (DCP)	14
Gambar 2.3 Rangkaian (Range) Dari Rata Rata (LL) Dan Indeks Plastisitas (PI) Untuk Tanah Dalam Kelompok A-0, A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7 Untuk Kalangan Dikawatir Dengan Masalah Perencanaan	21
Gambar 3.1 Kurva Pemadatan (Compaction Test)	33
Gambar 3.2 Grafik Perhitungan Standar dan Koefisien Pembobotan Pada Nilai CBR	35
Gambar 3.3 Grafik Perhitungan Harga CBR Rencana	36
Gambar 3.4 Bagas Alat Matriks Penelitian	39
Gambar 4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS	40
Gambar 4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	40
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Asli Pada Trial 1	45
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Rata-rata dan Perencanaan	50
Gambar 4.5 Grafik CBR Desain	51
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Koefisien Pembobotan dengan Koefisien Perencanaan	53
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Nilai CBR Lapangan DCP dengan Nilai CBR Laboratorium	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	3
Gambar 1.2 Detail Lokasi Penelitian	6
Gambar 2.1 Alat Uji DCP	10
Gambar 2.2 Alat Uji CBR Lapangan (DCP)	14
Gambar 2.3 Rongeng (Rangge) Dari Batu Cair (LL) Dan Indeks Plastisitas (PI) Untuk Tanah Dalam Kelompok A-0, A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7 Indeks Kelompok Digabung Dengan Memakai Perantara	21
Gambar 3.1 Kurva Pemadatan (Compaction Test)	33
Gambar 3.2 Grafik Perhitungan Standar dan Koefisien Pembobotan Pada Nilai CBR	35
Gambar 3.3 Grafik Perhitungan Harga CBR Rencana	36
Gambar 3.4 Bagas Alat Matrikasi Penelitian	39
Gambar 4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS	40
Gambar 4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	40
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Asli Pada Trial 1	45
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Rata-rata dan Perantara	50
Gambar 4.5 Grafik CBR Desain	51
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Koefisien Pembobotan dengan Koefisien Perantara	53
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Nilai CBR Dengan DCP Dengan Nilai CBR Laboratorium	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Nilai CBR	15
Tabel 2.2	Nilai Index Plastisitas dan Kelas Tanah	17
Tabel 2.3	Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	20
Tabel 2.4	Sistem Klasifikasi Unified	23
Tabel 2.5	Prosedur Testability	28
Tabel 4.1	Nilai Perambatan Gempa Sifat Pada Tanah	33
Tabel 4.1	Sistem Klasifikasi UCS	40
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah Menurut UCS	44
Tabel 4.3	Sistem Klasifikasi AASHTO	46
Tabel 4.5	Klasifikasi Tanah Menurut AASTHO	48
Tabel 4.7	Data Uji Perambatan Tanah Asli Pada Tahap 1	67
Tabel 4.8	Data Uji Kadar Air Perambatan Tanah Asli Pada Tahap 1	68
Tabel 4.9	Rekapitulasi Hasil Kadar Air Optimum dan Humiditas Tanah Kering pada Pengujian Perambatan (Standard Proctor)	68
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Proctor Laboratorium	56
Tabel 4.11	Hasil Grafik Hubungan Berat dan Perambatan	21
Tabel 4.12	Nilai California Bearing Ratio Laboratorium	50
Tabel 4.13	Hasil DCP Tahap 1 (STA 10 + 000)	22
Tabel 4.14	CBR 400 pengujian (STA 10 + 000 sd STA 21 + 300)	54
Tabel 4.15	CBR Segmen	57
Tabel 4.16	Hasil Pengujian CBR Laboratorium dan CBR segmen DCP	26



KAS I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

California Bearing Ratio (CBR) adalah suatu ukuran pada proyek di Indonesia, bahkan dapat dikatakan bahwa CBR merupakan standar untuk mengidentifikasi kualitas tanah. Kualitas tanah dasar seperti yang ada di lapangan seperti nilai California Bearing Ratio (CBR) tergantung pada kondisi pada saat pelaksanaan dan selama operasi pelayanan kelengkapan. Pemasangan jalan baru merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan sarana dan prasarana transportasi yang memiliki peran penting bagi pertumbuhan ekonomi, social budaya, pemerataan wilayah, pemerataan dan pertukaran informasi untuk menunjang pembangunan nasional. Salah satu Pemasaran jalan baru di daerah daerah terpencil sering disebabkan karena dihadapkan pada kondisi tanah yang kurang baik warna lelele, dimana daya dukungnya rendah dan memiliki sifat-sifat lain yang merugikan, sehingga pada konstruksinya jalan selah timbul gembung-gembung yang lama kemudian akan berhilang dan hancur dengan kondisi yang demikian, maka harus diadakan perbaikan-perbaikan (stabilisasi) pada tanah tersebut guna meningkatkan kualitas tanah yang ada. Penebangan tanah timbunan juga merupakan alternatif langkah yang ditempuh untuk perbaikan tanah dasar (subgrade). Salah satu ditunjukkan tanah timbunan yang memiliki penyusutan bagi stabilisasi baik pada pemadatan maupun daya dukung tanah tersebut, sehingga dapat meningkatkan kondisi permukaan jalan tersebut (Widhi, 2013).

Untuk nilai pemataman dan *California Bearing Ratio* (CBR) dapat diperoleh berdasarkan hasil di lapangan maupun di laboratorium. Pada pelaksanaan rekonstruksi jalan, pemataman praletak yakni untuk menilai kekuatan tanah dasar maupun tanah teratas di lapangan digunakan pengukur pemataman *California Bearing Ratio* (CBR) di lokasi pembangunan. Pengukuran ini dilakukan pada anggaran biaya kecil-kecilan dan kapasitas cukup meneliti kondisi rata-rata. Metode yang sederhana walaupun tidak begitu teliti untuk pengukuran ini biasanya digunakan *Dynacore Core Penetration* (DCP) / *Pemataman Dynacore Core Penetration* (DCP) sebagai alat ukur pematam di lapangan untuk mendapatkan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) untuk dasar, lapisannya yang merupakan salah satunya dalam urutannya pada perencanaan geometris (Helm, 2013). Alat ini banyak dimanfaatkan dibanding alat-alat pematam yang ada. Berdasarkan keistimewaan di atas jalan teknik pemataman di lapangan dengan menggunakan alat *Dynacore Core Penetration* (DCP) sudah relatif untuk digunakan pada daerah yang luas seperti Kalimantan Tengah misalnya, dimana pada daerah ini fasilitas transportasi relatif minim dan mahal.

Untuk mengantisipasi keberagaman dalam pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) di lapangan dengan menggunakan alat uji *Dynacore Core Penetration* (DCP) perlu dibarengi dengan suatu hasil hasil pengujian lapangan yang lain, dalam hal ini dengan menggunakan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) mekanis (Helm, 2013). Dengan menggunakan filter pembandingan dan hasil informasi maka alat yang lebih spesifik penggunaannya untuk teliti tanah dimana pengujian dilaksanakan.

Di dalam dunia penelitian masalah yang akan timbul adalah sejauh mana perubahan nilai kelestarian tanah yang diberikan dari hasil pengujian dengan alat uji *Dynamics Cone Penetrometer* (DCP) dibandingkan dengan hasil pengujian dengan alat *California Bearing Ratio* (CBR) manual.

1.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana nilai sifat fisik dan mekanik tanah lempung di Persepsi Jalan Sei Hanyo-Tumbang Lembang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah?
2. Bagaimana korelasi nilai CBR dan DCP pada tanah Lempung?

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung di Persepsi Jalan Sei Hanyo-Tumbang Lembang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah
2. Mengetahui nilai CBR di Laboratorium dan nilai CBR di lapangan dengan DCP
3. Mengetahui korelasi nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan DCP (*Dynamics Cone Penetrometer*) pada tanah lempung Persepsi Jalan Sei Hanyo-Tumbang Lembang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat Esik dan material tanah lempung di Provinsi Jalan Sei Hanyo-Tumbang Lahang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah
2. Mengetahui nilai CBR laboratorium dan CBR lapangan dengan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada tanah lempung yang diperoleh dari lokasi Provinsi Jalan Sei Hanyo-Tumbang Lahang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah
3. Mengetahui nilai koreksi dari nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada jalan tanah lempung

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Sampel tanah yang diambil untuk di uji benefit tanah esik
2. Untuk penelitian dengan cara uji penetrasian standar (*Standard Proctor Test*)
3. Untuk pengujian DCP cara hitung hanya 18 trik pada lokasi penelitian dan pengujian jarak trik 50 meter dari trik uji atau 1m trik uji lainnya
4. Untuk CBR laboratorium dan pengujian sifat-sifat Esik tanah dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Adapun lokasi penelitian tersebut dilakukan di Provinsi Jalan Sei Hanyo-Tumbang Lahang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini diblokkan pada di Perawatan Jalan Sei Harya - Tumbang Lohang Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah, urut lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian



Skema Lantai Lantai Pertama

SAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemadatan dan CER tanah

2.1.1 Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan salah satu cara memperbaiki sifat sifat tanah dengan cara memperbaiki jarak antar partikel sehingga terjadi rekasi volume udara (Craig/1987). Pada keadaan tanah dikawatirkan dengan pengeringan, pemampatan air, agregat, (void-bulk), serta dengan ketidak-baikta stabilitasi seperti sesak, gamping, air baru baik, dan tidak lainnya. Setelah dilakukan salah satu kegiatan tersebut maka dilakukan suatu pemadatan. Tujuan pemadatan adalah memperbaiki sifat-sifat fisik suatu tanah.

Di laboratorium menggunakan alat pemadatan untuk setiap jenis pemadatan tertentu, kepadatan yang tercapai tergantung pada kadar air di dalam tanah kecil. Jika kadar air di dalam tanah kecil, maka tanah akan sulit dipadatkan dan jika kadar air di dalam tanah bertambah, maka tanah akan mudah dipadatkan karena air berfungsi sebagai pelumas. Pada kondisi kadar air yang tinggi, maka tingkat kepadatan rendah karena air yang terjebak di dalam pori-pori tanah sulit dikaluskakan. Kepadatan tanah diralat dengan jalan memampatkan berat isi keringnya, bukan dengan memampatkan angka porinya. Makin tinggi berat isi kering, berarti nilai kecil angka porinya dan makin tinggi derajat keporosannya.

Faktor-faktor-pengaruh di laboratorium yang umum dilakukan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum adalah

Proctor Compaction Test (Proctor, 1835). Percobaan pemadatan di laboratorium dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Percobaan Pemadatan Standar (*Standard Proctor Test*)

Percobaan ini dilakukan dengan memadatkan tanah di dalam suatu cetakan (*mold*) dengan volume 1/30 ft³ dengan menggunakan palu pemadat yang beratnya 5.5 lb (2,5 kg) dan ketinggian jatuh palu 12 in (304,8 mm). Cetakan diisi dengan tanah yang terdiri dari 3 (tiga) lapis, masing-masing lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali tumbukan (ASTM D498).

2. Percobaan Pemadatan Modifikasi (*Modified Proctor Test*)

Cara melakukan percobaan ini kurang lebih sama dengan cara melakukan percobaan pemadatan standar. Ukuran cetakan dan jumlah tumbukan pada setiap lapisan sama dengan percobaan pemadatan standar, yang berbeda hanyalah berat palu pemadat yaitu 10 lb (4,54 kg), tinggi jatuh palu 18 in (457,2 mm) dan jumlah lapisan tanah yang dipadatkan adalah 3 (tiga) lapisan (ASTM D-1557/ASHTO T-180).

2.1.3 CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase. Harga CBR adalah perbandingan antara ketahanan contoh tanah dengan kepadatan tertentu dan kadar air tertentu terhadap ketahanan batu pecah berdasarkan rapat sebagai standar material dengan nilai CBR = 100. Standar uji CBR yang digunakan adalah (ASTM D1 883) Siring dengan perkembangan teknologi yang

tempat panas, maka orang-orang geoteknik menggunakan teknologi ini dengan menggunakan alat pengujian yang digunakan untuk mendapatkan tanah yang lebih modern di lapangan sehingga pada proses pematangan akan memperoleh hasil yang maksimal. Pada uji pematangan ini perlu cara modifikasi dengan rajuan untuk lebih mewakili kondisi di lapangan.

Pada uji CBR, dipakai ukuran yang lebih besar dari uji pematangan, yaitu dengan rata-rata volume 133,33 m^3 (1134,1 m^3). Tanah dipadatkan dengan jumlah lapisan sama. Untuk mendapatkan nilai CBR yang sesuai maka tanah dipadatkan dan dipadatkan sebanyak 3 sampai dimana masing-masing dipadatkan sebanyak 10x, 15x, dan 16x terhadap pelatannya (ASTM D-1557-73). Tanah yang dipadatkan adalah tanah asli dari pengujian pematangan tanah dengan kondisi kadar air optimum.

Cara ini dikembangkan oleh California State Highway Department sebagai cara untuk menilai tanah dasar jalan (sub grade). Dengan cara ini, cara percobaan pematangan dapat dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan biasa lainnya yang hendak dipakai untuk pembangunan perkotaan. Nilai CBR dihitung pada penetrasi sebesar 0,1 inci dan penetrasi 0,2 inci, selanjutnya hasil pada penetrasi tersebut dikonstruksikan dan dibandingkan terhadap (SM 65-174-1959). Nilai CBR yang diperoleh kemudian dipakai untuk menentukan tebal lapisan perkotaan yang diperlukan di atas lapisan yang CBR nya ditentukan. Nilai CBR diambil pada pematangan tanah dengan kondisi kadar air tanah optimum.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CER dapat dibagi atas:

1. CER lapangan
 2. CER lapangan redaman
 3. CER rencana teknik
- A. CER lapangan disebut juga CER lapangan atau field CER, umumnya:
- 1) Mendapatkan nilai CER asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar yang ada.
 - 2) Untuk mengetahui apakah kapasitas yang diperlukan sudah sesuai yang diinginkan.
 - 3) Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan pembersihan pada kedalaman dimana nilai CER sudah diketahui. Bisa dipertahankan dengan menggunakan beban yang ditimbulkan melalui goncakan teknik.
- B. CER lapangan redaman disebut juga *Deflected Loaded CER*. Umumnya tanah mendapatkan besarnya nilai CER asli lapangan pada kondisi jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum. Pemeliharaan dilakukan pada kondisi tanah dasar tidak dalam kondisi jenuh air.
- C. CER rencana teknik disebut juga CER laboratorium atau dengan CER. Tanah dasar (*sub-grade*) pada konstruksi jalan baru merupakan tanah asli, tanah galian atau timbunan yang sudah dipadatkan sampai mencapai kapasitas 90% kapasitas maksimum.

2.2 Menentukan Nilai CSR Lapangan Menggunakan Data DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Uji DCP, alat ini digunakan untuk menentukan nilai CSR *in situ* atau *in vivo* secara cepat dan praktis. Data digunakan sebagai pekerjaan *quality control* pekerjaan perbaikan jalan. *Dynamic Cone Penetrometer Test (DCP)* pertama kali dikembangkan di Australia oleh Scale (1956). DCP yang sekarang merupakan alat yang dikembangkan dari The Transport Roads Department in South Africa (Luo, 1999). DCP menggunakan prinsip perpindahan dari uji indeks testing yaitu CPT dan SPT.

Urutan alat ini digunakan pada pemertaan jalan raya dan konstruksi berupa tahanan (*resistensi*) dengan metode dan tujuan sebagai berikut:

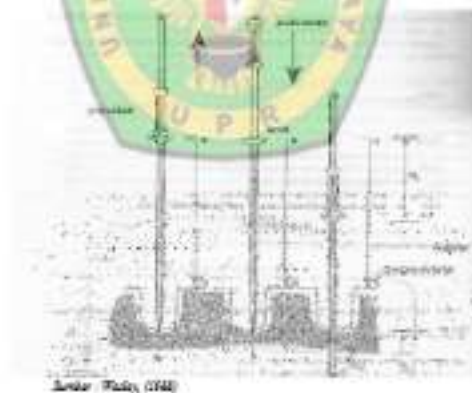
1. Untuk mengetahui besarnya lapisan dangkal dari tanah bawah atau kedalaman sampai bawah.
2. Untuk pengukuran (dengan cepat) sifat-sifat struktur jalan yang sudah ada, dengan konstruksi lapisan pemertaan jalan raya yang materialnya lapis (tak terikat).
3. Untuk menentukan daya *drilling* tanah dangkal secara cepat. Pada pemertaan permukaan jalan, baik jalan raya maupun jalan tepakiri (pada tanggul saluran irigasi).

Fungsinya dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* ini pada dasarnya sama dengan cone penetrometer (CP) yaitu sama-sama mencari nilai CSR dari suatu lapisan tanah dangkal di lapangan. Hanya saja pada alat *Dynamic Cone Penetrometer* dilengkapi dengan piring ring dan arloji pemertaan, sedangkan

pada alat *Dynamometer* adalah sebuah skala (terasa) dengan menggunakan mistar.

Perubahan daya alat *Cone Penetrometer* digunakan untuk mengetahui CBR, tanah asli. Sedangkan percobaan alat dengan DCP ini hanya untuk mendapat ketetapan tanah tersebut pada perubahan beda jarak, alat ini dipakai pada pekerjaan tanah karena mudah dipindahkan ke semua titik yang diperlukan tetapi titik lapasan yang dipakai tidak sedalam pemukiman tanah dengan alat sendiri.

Hasil yang diperoleh pada percobaan ini dapat dibandingkan dengan nilai CBR (perbandingan antara beban pemadat sama lapisan tanah serta pemukiman terhadap beban standar dengan kedalaman 5cm ketetapan pemadat yang sama). Percobaan dilakukan dengan menggunakan alat seperti tampak pada gambar berikut:



Gambar 1.1 Alat uji DCP

Pemeriksaan dengan berat 5 kg dilakukan dari ketinggian 775 mm dengan beban walrus sebuah pipa horizontal ϕ 16 mm yang ditahan oleh bantalan (*sevi*). Dengan sudut pancak = 30° atau 60° di ladangasin menurut digunakan sudut pancak 30°. Hasil pemeriksaan dapat dinyatakan dengan :

- Pemeriksaan Skala Penetrasi (*Scale of Penetration Penetration* = IPP) yang menyatakan masalah atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah.
- Tekanan Skala Penetrasi (*Scale of Penetration Resistance* = SPR) yang menyatakan nilai atau tidaknya multifaktor penetrasi ke dalam tanah. Dinyatakan dalam turndakan ini.

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu perahu yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam keadaan bebas lalu lintas. CBR lapangan digunakan untuk :

- Mengetahui nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapangan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Perkerasan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (*moisture pengeringan*) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.
- Menentukan apakah kepadatan yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan. Perkerasan untuk tujuan ini tidak umum digunakan, lebih sering menggunakan pemeriksaan yang lain seperti *kerucut pasir* (*Sand Cone*) dan lain-lain.

CBR lapangan ialah perbandingan antara beban pemadatan suatu lapisan bahan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan luasapan pemadatan yang sama. Nilai CBR lapangan pada umumnya digunakan untuk perancangan lapis permukaan (*surface*). Fasilitas yang digunakan dalam pengujian ini antara lain : carikan CBR, dongkrak mekanis yang dipasang dibelak truk atau portal besi yang diangkat, dengan alat tambahan antara lain alat penggal, waterpass.

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut :

Konus : Besi yang dipertegas, 3 sisi kemiringan 60°

Pemukul : Besi 1 kg dan tinggi jatuh 375 mm

Mistar Pemadatan : 100 mm

Batang Pemadatan : ϕ 15 mm

Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.





Sumber: Buku Metode Pengujian Alat DCP (1986)

Gambar 1.1. Alat Uji CBR Lapangan (DCP)

Alasan pemilihan DCP sebagai alat memperoleh nilai CBR adalah sebagai berikut:

1) Pengoperasian yang praktis

Fasilitas ini cukup dipresikan oleh dua orang operator saja. Tujuan pemantauan pelaksanaan ini, pekerjaan quality control menjadi cepat dan efisien serta menghindarkan ketertarikan hasil pengaliran.

2) Portabel

Alat ini di desain khusus agar mudah dibawa ke lokasi juga. Rangkaian alat dapat dibongkar pasang dengan mudah dan cepat.

Menurut Wisley (1983) untuk mendapatkan nilai CBR sub base atau base course serta perkerasan secara cepat dan praktis. Bisa dilakukan sebagai pelaksanaan quality control pekerjaan pembangunan jalan dapat menggunakan dengan alat DCP.

Tujuan dari pengujian DCP adalah :

- a. Agar dapat menyelidiki tebal dan jenis bahan untuk setiap jenis permukaan dan;
- b. Untuk mengetahui pengaruh pemadatan yang disebabkan oleh lalu-lintas normal.

Tabel 2.1 Klasifikasi Nilai CBR

CBR (%)	Keterangan
0 - 3	Sangat buruk
4 - 7	Buruk
8 - 24	Berimbang
25 - 30	Baik
> 30	Sangat baik

Sumber: Mulyo (1998)

2.2 Pengujian Sifat-Sifat Fisik (*Index Properties*) yang Berkaitan dengan Pengujian

Sifat-sifat fisik (*Index Properties*), dapat diartikan karakteristik fisik tertentu yang pada dasarnya digunakan untuk mengklasifikasi, tetapi juga untuk korelasi dengan sifat-sifat mekanis atau sifat-sifat ketahanan (*Engineering Properties*).

1. Kadar Air (w)

Pengujian ini digunakan untuk menentukan tanah air tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah dinyatakan dalam persen.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{W - W_d}{W_d} \times 100 \quad (2.2)$$

Keterangan:

W = Kalor air (%)

W_w = Berat air

W_s = Berat butiran padat (gr)

2. Berat Jenis Tanah (G_s)

Untuk mendapatkan nilai berat jenis suatu tanah (G_s)

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w} \quad (2.5)$$

Keterangan:

G_s = Berat jenis

γ_w = Berat volume air

W_s = Berat butiran padat (gr)

V_s = Volume butiran padat (cm³)

3. Berat isi tanah (γ)

Fungsinya ini digunakan untuk mengetahui berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dan volumenya dalam gram/cm³.

4. Batas Atterberg

Fungsinya ini digunakan untuk mengetahui Indeks Plastisitas dari suatu tanah yang diuji. Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih dari batas cair dan batas Plastis. Plastisitas digunakan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak dan runtuh.

$$PI = LL - PL$$

a. Batas cair (LL)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui batas cair tanah yang diuji. Batas Cair adalah kadar air dimana tanah berakur dalam bentuk keadaan plastis dan cair.

b. Batas plastis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah, yaitu nilai kadar air terendah dari suatu contoh tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis.

Berikut rangkai Indeks Plastisitas, PI , dan satuan tanah dan koefisiennya diberikan oleh *Ashby* sebagai dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Nilai Index Plastisitas dan Satuan Tanah

IP	Kelas	Macam tanah	Kategori
0	Nonplastis	Pasir	Non Kerasif
<4	Plastisitas rendah	Lempung	Kelas I (Ringan)
4-7	Plastisitas sedang	Lempung berlempung	Kelas II
8-17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kelas III

Sumber: *Moely* (1984)

2.4 Pengujian Sifat-Sifat Mekanik (*Engineering Properties*) yang Berkaitan Dengan Pengujian

1. Pengujian Kapasitas Bendat (*Standard Proctor*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dengan kapasitas tanah sehingga bisa diketahui kapasitas maksimum dan kadar air optimum.

2. CBR Laboratorium (*Unsatated*)

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum tanpa rembesan.

3. Uji DCP (*Density Cone Penetration*) / Pengujian Lapangan
 Pengujian daya tukung tanah secara langsung di lapangan.

2.5 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah sistem penggolongan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan perbedaannya.

2.5.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini diberikan/bergabung dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration System*. Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan menjadi tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang diklasifikasikan A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir kasar, sedangkan tanah A-4 sampai A-7 adalah tanah lempung. Sistem ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1. Ukuran butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (0,85 mm)

Fine : bagian tanah yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).

Lempung dan lempung liat : bagian tanah yang lolos saringan No. 200

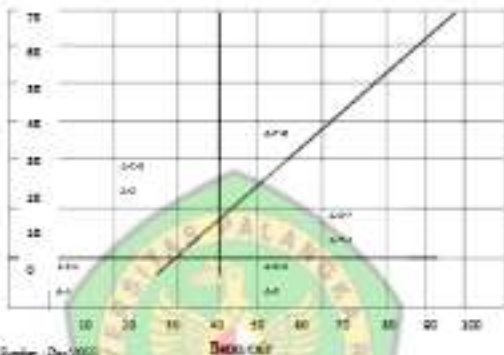
2. Plastisitas

Nama belakang dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [*plasticity index (PI)*] sebesar 10 atau kurang.

Nama berlayang dipakai bilamana bagian-bagian yang baik dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.

1. Apabila batuan (nisbat lebih besar dari 75 mm) dimasukkan didalam corong tanah yang akan dimasukkan klasifikasi tanahnya, maka bagian tersebut harus dikalokan terlebih dahulu tetapi prosentase dari batuan yang dikalokan tersebut harus dicatat.





Sumber: (Dwi, 2002)

Gambar 2.3 Rencang (Rango) Dari Batu Cair (L.L) Dan Indeks Plastisitas (PI) Untuk Tanah Dalam Kelompok A-1, A-4, A-5, A-6, A-7 Indeks Kelompok Diklasifikasikan Dengan Memakai Perencanaan

$$GI = (F - 35) \left[0,2 + 0,001(L.L - 40) \right] + 0,001(F - 15) \left(PI - 10 \right) \quad (2.4)$$

Keterangan :

GI = Indeks Kelompok

F = Persentase butir yang lebih daripada No. 200

L.L = batu cair

PI = Indeks Plastisitas

2.5.2 Sistem Klasifikasi Duffield

Sistem ini diperkenalkan oleh Casagrande (1942). Sistem ini mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir-kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu: tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf G atau S. G adalah untuk berbutir (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir-halus (*fine-grained-soil*), yaitu: tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf M untuk lempung (*clay*) atau silte, C untuk lempung (*clay*) atau silte, dan O untuk lempung-organik dan lempung-organik. Simbol Pt digunakan untuk tanah gambut (*peat*), dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi UCCS adalah :

- W = *well graded* (tanah bergradasi baik)
- P = *poorly graded* (tanah bergradasi buruk)
- L = *low plasticity* (plastisitas rendah) ($LL < 50$)
- H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) ($LL > 50$)

Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Dajud'

Diras Usman		Kode	Nama Usman
		Kelompok	
Yasin Dikhariz Usman Lahir di: 28 Agustus bertam wibidunawarita, 2001	Jumlah 18 % atau lebih dari jumlah total anggota pembinaan (1800)	0X	Keril bergradasi baik dan campuran keril pair, erdik atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		0B	Keril bergradasi buruk dan campuran keril pair, erdik atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
	Porsi erdik butiran halus	0M	Keril berwana, campuran keril pair kasar
		0C	Keril berlinggung, campuran keril pair lumpang
		1W	Pair bergradasi baik, pair berwarna, erdik atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		1P	Pair bergradasi buruk dan pair berwarna, erdik atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		1L	Pair berwana, campuran pair kasar
1R	Pair berlinggung, campuran pair lumpang		
Yasin Dikhariz Usman 50% atau lebih dari anggota (180)	Lumpang erdik butiran halus Kotak 100 M	ME	Lumpang erdik, pair halus erdik, erdik/erdik pair halus berwana dan berlinggung
		CL	Lumpang erdik/erdik erdik erdik lumpang berwana, lumpang berwana, lumpang kasar (lumpang pair)
	Lumpang erdik butiran halus Kotak 100 M	OL	Lumpang erdik dan lumpang berwana, erdik erdik erdik erdik/erdik
		OM	Lumpang erdik/erdik pair halus erdik/erdik, atau lumpang kasar, lumpang yang kasar
		ON	Lumpang erdik/erdik erdik erdik/erdik erdik, lumpang "ganda" (erdik)

		OU	Lempung lunak dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi
Tanah-lunak dengan lempungan banyak sampai tinggi		PI	Duri (pasir) dan tanah-tanah air dengan kandungan air lebih tinggi
<p>0,0015 kali berat basah keringat atau lebih 2,00 sampai 20% lebih daripada 0,001, 0,005, 0,01, 0,10, 0,25, 0,50, 1,00, 2,00, 5,00, 10,00, 20,00, 40,00, 60,00, 80,00, 100,00, 200,00, 400,00, 600,00, 800,00, 1000,00, 2000,00, 4000,00, 6000,00, 8000,00, 10000,00</p> <p>0,0015 kali berat basah keringat atau lebih 2,00 sampai 20% lebih daripada 0,001, 0,005, 0,01, 0,10, 0,25, 0,50, 1,00, 2,00, 5,00, 10,00, 20,00, 40,00, 60,00, 80,00, 100,00, 200,00, 400,00, 600,00, 800,00, 1000,00, 2000,00, 4000,00, 6000,00, 8000,00, 10000,00</p>	$C_u = D_u / D_v$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{W_p - W_L}{W_p - W_U}$ Antara 1 dan 2 Tidak termasuk kelas-kelompok tanah OU Batu-batu Pasir kasar Pasir halus Lumpur liat lumpur liat lumpur liat $C_u = D_u / D_v$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{W_p - W_L}{W_p - W_U}$ Antara 1 dan 2 Tidak termasuk kelas-kelompok tanah OU	Batu-batu Pasir kasar Pasir halus Lumpur liat lumpur liat lumpur liat lumpur liat lumpur liat lumpur liat $C_u = D_u / D_v$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{W_p - W_L}{W_p - W_U}$ Antara 1 dan 2 Tidak termasuk kelas-kelompok tanah OU Batu-batu Pasir kasar Pasir halus Lumpur liat lumpur liat lumpur liat lumpur liat lumpur liat lumpur liat $C_u = D_u / D_v$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{W_p - W_L}{W_p - W_U}$ Antara 1 dan 2 Tidak termasuk kelas-kelompok tanah OU	
	Menilai suatu klasifikasi tanah yang dapat dilihat dalam ASTM Classification D-2485		

Sumber : Soe (1986)

* Menurut ASTM (1962)

* Berdasarkan test yang lolos saringan 75 mesh (3 in)

Dari Tabel 14 diatas dapat disimpulkan jenis tanah yang diteliti yaitu dengan memplotkan hasil dari uji analisis unsur-unsur ke dalam Tabel 2.4 dan nilai batas - batas kandungan ke dalam grafik dalam Tabel 2.4 dalam grafik tersebut bisa memantapkan jenis tanah berdasarkan batas nilai batas cak dan nilai indeks plastisitas kemudian secara garis, dari persamaan antara kedua garis itulah bisa didapatkan jenis tanahnya.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian

Metode yang digunakan yaitu pendekatan pustaka dan metode survei.

1. Kajian Pustaka

Pustaka yang dianggap sangat dalam menganalisa hasil kuwalitas dari nilai CBR Laboratorium dan DCP terhadap jenis tanah lempung. Pustaka yang dipakai adalah Estotar mengenai Mekanika Tanah, Jalm Bayo dan sebagainya.

2. Metode Eksperimental

Data yang diperoleh berupa data primer dan sekunder.

a. Data Primer

Yang termasuk data primer disini adalah data mengenai kondisi, sifat-sifat serta jenis tanah pada lokasi penelitian, yang didapat melalui penelitian di lapangan dan di laboratorium. Penelitian ini akan membantu untuk menganalisa nilai kuwalitas dari CBR Laboratorium dan CBR Lapangan menggunakan data DCP. Lokasi penelitian dilaksanakan pada Persewaan Jalan Kuala Kurus - Sei Bayu - Tambak Lintang - Simpang Mera Lintang Kabupaten Gunung Mera Kalimantan Tengah.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dari data primer. Dari data sekunder ini dapat diketahui nilai kerakasi yang terjadi didapat dari beberapa percobaan yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.

3. Pengujian Pendahuluan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan dan mekanis tanah asli. Pengujian pendahuluan meliputi : pengujian kadar air, plastisitas, analisis saringan, dan *hydrometer*.

4. Pengujian Utama

Pengujian utama ini dilakukan di lapangan dan di laboratorium dengan sampel tanah asli berasal dari lapangan. Pengujian utama ini meliputi : kepadatan, DCP, dan CBR. Laboratorium dari tanah asli lapangan yang diambil menggunakan teknik untuk selanjutnya diuji di laboratorium.

3.1.1 Pengambilan Sampel Tanah Asli Dari Lapangan

Pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut. Untuk mengambil tanah asli ini upaya tidak mengalami perubahan sifat mekanisnya, mengambil tanahnya menggunakan tabung yang berbentuk silinder yang diameternya tidak diletakkan. Partikel kali tabung dimasukkan ke dalam tanah jangan bergerak dengan cara tanah tersebut belum stabil dan melakukan ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang sudah terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat bisa tidak mengembang. Cara lainnya upaya tidak terjadi pengeringan.

3.2 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

3.2.1 Pemeriksaan Kadar Air Tanah (*Water Content*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 2216-71 yang dimaksud untuk menentukan kadar air asli tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.

3.2.2 Perubahan Berat Volume (*Volume Weight*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D-2216-71 yaitu untuk mengetahui berat volume tanah (γ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring siletoid.

3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 854-58. Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air sejajar pada volume yang sama dari suatu butiran. Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah (G_s) yang mempunyai butiran lebih daripada No.40 dengan menggunakan piknometer.

3.2.4 Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 413-66 yang bertujuan untuk mengetahui batas cair dan batas plastis.

1. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dengan menggunakan alat Casagrande dengan cara memasukkan cangkul

tuas yang lolos saringan No 40 kemudian menggosok menggunakan, lalu diputar dan hitung jumlah butiran yang dipisahkan untuk masing-masing kelas pasir.

2. Pemeriksaan Butir Plastik (*Plastic Limit*)

Butir plastik tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara plastis dan keadaan semi solid. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukkan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis dengan cara tanah yang lolos saringan No 40 dan *Atterci* air yang lalu gelang-gelang dibentur bulat panjang hingga mencapai diameter 1mm.

3. Pemeriksaan Butir Basah (*Shrinkage Limit*)

Mengukur kadar air (W) terhadap berat kering untuk setiap divisi.

3.2.5 Pemeriksaan Analisis Derajat (*Mer Analysis*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 421-72. Analisis saringan tanah adalah penentuan persentase butir-butiran pada satu atau saringan dengan ukuran diameter tertentu. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu sampel tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. Pemeriksaan ini menggunakan alat *retention* atau alat pengalangan saringan.

3.3 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear*). Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 3096-72 dengan memperolah kuat geser tanah dengan percobaan geser langsung. Diakses tekanan geser dikukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum

adalah koefisien geser tanah pada bidang korsetikan. Nilai geser tanah ini diperoleh dengan cara tarik tanah yang dibatasi horizontal-memanah bahan takan dan digambar suatu grafik dari tegangan geser terhadap tegangan normal, biasanya memberikan suatu grafik garis lurus. Penceritaan ini bertujuan untuk menentukan koefisi c dan sudut geser dalam (ϕ).

3.3.1 Pengujian Persepatan (*Proctor Standard*)

1. Tujuan Pengujian

- Untuk dapat mengetahui hubungan kadar air dengan kepadatan tanah, sehingga diketahui kepadatan maksimum dan kadar air optimum.
- Dapat mengetahui bagaimana cara penentuan persepatan tanah (*Proctor Standard*) di laboratorium.

2. Bahan

Melalui kemampuan kemampuan yang telah diperoleh dari pengujian analisis stratum benda uji seperti berikut 2,5 kg (mold Ø 4") atau 5 kg (mold Ø 6") dibagi menjadi beberapa bagian lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik. Timbang bagian disampur air dan dicatat pembuatannya. Kemudian benda uji tersebut ditampas dan diperas selama 24 jam.

3. Langkah Kerja

- Benda uji dimasukkan ke dalam mold, ditiru sebanyak 5 mold dengan variasi kadar air. Untuk itu *Proctor* standar digunakan mold berdiameter 4" dan benda uji dibagi menjadi lima bagian.

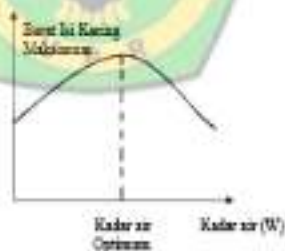
- b. Senda uji di dalam mold kemudian dibrebet dengan menggunakan alat tumpul logam dengan parameter yang rata dilakukannya sebanyak 25 pukulan layang. Untuk tes *Proctor* standar digunakan alat pemaduk dengan berat kurang lebih 2,5 kg dan tinggi jatuh 17'.

4. Perhitungan

Melalui grafik kepadatan kering terhadap kadar air dari hasil percobaan dapat digambarkan kurva yang paling mendekati dengan titik-titik yang digambarkan dua tentukan berat isi kering maksimum dan kurva. Kadar air yang sesuai dengan berat isi kering maksimum ini adalah kadar air optimum. Setelah itu tentukan nilai ZAVC (*Zone Air Void Content*) yang dapat dihitung (1).

$$ZAVC = \frac{G_{max}}{1000 \times G_m} \quad (3.5)$$

Berat isi kering (G_m)



Gambar 3.1 Kurva Pemadatan (*Compaction Test*)

3.4 CBR Laboratorium

3.4.1 Maksud dan Tujuan

Tujuan uji CBR adalah untuk mendapatkan nilai CBR pada kepadatan dan kadar air tertentu. Uji CBR ini dilakukan pada berbagai macam kadar air, baik diatas kadar air optimum maupun kadar air di bawah kadar air optimum. Peralatan yang menggunakan standar proctor ASTM D 698 dan *modified proctor* ASTM D 1557. Sedangkan untuk uji CBR menggunakan ASTM D 1883.

3.4.2 Pelaksanaan

1. Peralatan yang digunakan

- a. Mesin pemadat (*handing machine*)
- b. Cetakan logam berbentuk silinder
- c. Piring pemadat dari logam
- d. Alat pemukul sesuai dengan cara pemadatan standar
- e. Alat pengukur pengangkutan air awal yang terdiri dari keping pengangkutan yang berbentuk - lubang dengan batang pengatur tripod logam, dan arloji pancukur
- f. Keping bahan
- g. Satu buah arloji bebas dan satu buah arloji pemukul pemadat, alat tersebut dengan ketelitian 1 gr.
- h. Peralatan lain seperti : timbangan, alat parut, tangkap untuk merendam.

2. Langkah Kerja

Bahan uji harus disiapkan menurut cara pemadatan peralalatan (*required*).

- Amil contoh tanah kua – kua sebesar 1 gram
- Kemaslah contoh bakra tarakul dengan air campai kalir ar optikasa.
- Pasang cakram pada keapng alir dan tarabng, anarkisa pirangam panakul dilas keapng alir dan pasang kartas carag dilasnya.
- Padafisa cakram tarakul dilakul cakram carag dengan cara aradar.
- Duka labar tarabng tarakul dengan alir parat. Kalarkisa pirangam panakul, bakulan dan pasang karkul tarakul yang tarakul bakul api pada keapng alir dan tarabng.



Gambar 3.1 Grafik Penetapan Nilai Tar dan Karkul Penabekulan Pada nilai CBR.

Sekalah dilayar karga CBR laborkatam, unak maslapafisa karga CBR masan dilakul dengan mangkabangkasa anara nilai CBR pada pasafisa yang mangkavilkan nilai yang paling bakul masabnya pasafisa 0,17, dengan karga bakul la karing unak pasafisa masul 10 kali tarabulan, 21 kali tarabulan, dan 56 kali tarabulan, sabingga dipasal 1 bakul tik, karkulisa kaliga tik masabul dikabangkasa dengan masabulak garis karga yang saling masabulisa anar bakulipit.

Untuk mendapatkan harga CBR rencana maka harga berat ini kering realmentan (y_{dmax} pada percobaan ponsidatan) konusitas tarik kawat pemotong garis ketiga titik CBR, tarik ke bawah sehingga diperoleh harga CBR rencana. Nilai CBR inilah yang dicari dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Grafik Penentuan Harga CBR Rencana

3.5 Pengujian DCP

3.5.1 Metode dan Tujuan

Metode dan tujuan uji DCP adalah memperoleh nilai DCP dari tanah ekspansif yang dipadatkan. Nilai DCP adalah jumlah pemakan dan penetrasi (mm/blow). Dari nilai ini dapat diketahui besarnya ketahanan tanah Uji ini dilaksanakan untuk sampel tanah uji CBR. Karena menggunakan sampel tanah yang sama, maka kadar air sampel tanah yang diuji DCP sama seperti kadar air pada sampel yang sudah CBR. Standar yang digunakan adalah ASTM D 6951.

3.5.2 Prosedur Pelaksanaan

- a. Anal yang akan diperiksa dari reagent dan standar, pastikan untuk mendapatkan hasil uji yang cepat terganggu.
- b. Periksa konsentrasi DCP dan kalibrasi.
- c. Tempatkan ujung DCP pada permukaan tanah dalam kondisi tegak lurus.
- d. Lakukan cara pembacaan anal pada mixer pengukur kedalaman susutnya air dari muka tanah.
- e. Angkat paku pada ketinggian maksimum. Evaluasi besaran sehingga jenis bahan. Data dengan mixer, cara jumlah, tambakan dan kedalaman pada formulir 1-DCP, sesuai ketentuan ketentuan sebagai berikut:
 - 1) Untuk jenis Solumi berair atau tanah dasar yang terdiri dari bahan bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman wafak cukup untuk setiap 1 tambakan atau 2 tambakan.
 - 2) Untuk jenis fraksi yang terbutir dan bahan berbutir yang cukup keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 tambakan sampai dengan 10 tambakan.
- f. Hasilnya pengujian apabila kapasitas pemوتر kurang dari 1mm 5
- g. Pembinaan / Cara Menentukan Nilai CRK
 Pemوتر hasil pengujian dilakukan menggunakan formulir pengujian Pemوتر Keras Dromis (DCP)

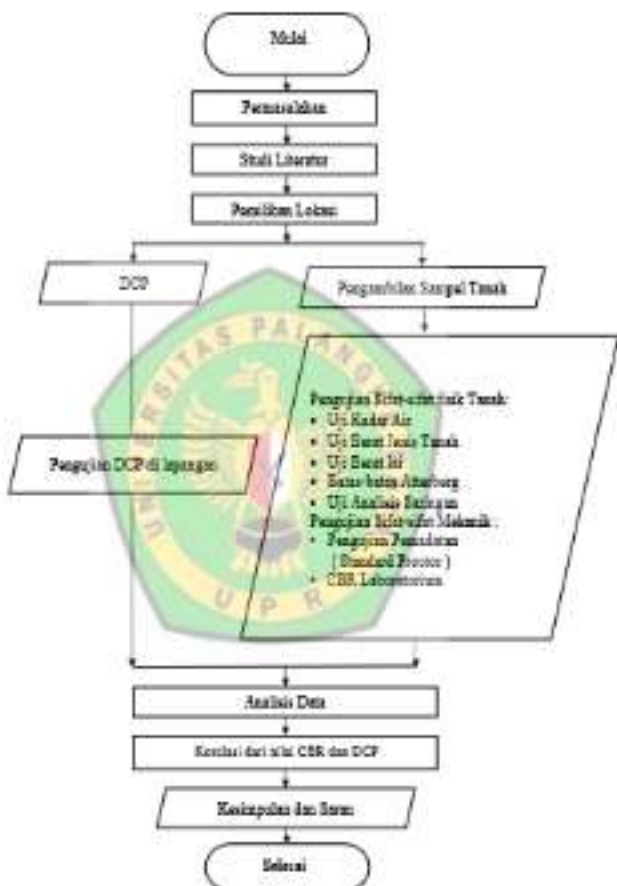
3.6 Cara Analisis Data

Analisis data hasil pengujian akan dipertah dengan mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi linear atau dengan menggunakan regresi yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antar parameter yang berguna untuk mendapatkan nilai CDR lebih akurat.

3.7 Bentuk Alat Penelitian

Metode penelitian merupakan cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari penyelesaian atau pemenuhan masalah yang diteliti. Semua penelitian dapat dibagi pada bentuk alat berikut:





Gambar 3.4 Rangkaian Alir Metode Penelitian

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai kontrol nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Dye-sensitized Solar Photocatalysis* (DSCF) pada tanah lumpur, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan sifat-sifat fisik tanah yang diambil di Perumahan Jalan Sei Manjo Kabupaten Kagas Provinsi Kalimantan Tengah, didapat kadar air (%) pada titik I=52,13%; titik II=51,10%; titik III=51,09%; titik IV=51,87%; titik V=51,48%. Berat jenuh (G_w) pada titik I=2,72; titik II=2,69; titik III=2,70; titik IV=2,71; titik V=2,72. Berat isi tanah basah (γ_w) sebesar pada titik I=1,81 g/cm^3 ; titik II=1,80 g/cm^3 ; titik III=1,80 g/cm^3 ; titik IV=1,80 g/cm^3 ; titik V=1,80 g/cm^3 . Berat-lusin Atterberg yaitu berat air (Liquid Limit) pada titik I=14,37%; titik II=13,80%; titik III=17,00%; titik IV=17,23%; titik V=19,59%. Berat plastis (Plastic Limit) pada titik I=22,36%; titik II=21,89%; titik III=23,16%; titik IV=21,23%; titik V=22,79%. Indeks plastisitas (Plasticity Index) pada titik I=16,64%; titik II=16,53%; titik III=16,14%; titik IV=16,00%; titik V=16,71%. Analisa saringan pemertama lolos saringan No.100 pada titik I=53,77%; titik II=53,87%; titik III=54,01%; titik IV=53,47%; titik V=53,94%.
2. Dari hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah di laboratorium, klasifikasi tanah menurut USCS pada titik I, II, III, IV dan V termasuk kategori CL dan menurut AASHTO termasuk kategori A-6(6).

3. Dari hasil pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) di laboratorium diperoleh nilai CBR pada titik I=5,38%; titik II=1,15%; titik III=1,18%; titik IV=5,47%; titik V=1,14%.
4. Dari hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetration*) di lapangan diperoleh nilai CBR Sogron pada titik I =1,767%; titik II =1,766%; titik III =1,825%; titik IV =6,792%; titik V =6,420%.
5. Dari Hasil analisis regresi linier antara CBR (*California Bearing Ratio*) dengan DCP (*Dynamic Cone Penetration*) didapat persamaan $y = 1,1456x - 2,1804$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2)=0,2138 dan nilai koefisien korilasi (ρ)=0,7653, menunjukkan adanya hubungan sangat kuat. Hal ini dapat disimpulkan semakin besar nilai CBR, laboratorium maka nilai CBR DCP semakin besar.

5.2. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai: korelasi nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Dynamic Cone Penetration* (DCP) pada tanah lempung, maka penulis memberikan saran

1. Penelitian ini perlu diteliti lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan nilai disarikan memperbanyak titik-titik pengujian dan data agar tingkat keakuratan yang akan dicari dapat tercapai.

3. Hasil penelitian ini memang belum sempurna, namun semoga dapat dijadikan sebagai pembandingan maupun sebagai data sekunder untuk penelitian selanjutnya.



DAPTAH PUSTAKA

- ASTM Standard, 1976. *Annual Book of ASTM Standard (Natural Building Stones, Soil and Rock, Peat, Moors, and Humus)*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, USA.
- Bovala, J.E (1994). *Sifat-sifat Batu dan Gamping Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Bovala, J.E, dan Johan K. Hainin 1991. *Sifat-sifat Batu dan Gamping Tanah (Mekhanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Bambang Wisnanto (1995). *Kerangka Nilai Keimanan Tanah dengan Menggunakan DCP dan Sondir (Tugas Akhir)*, Pontianak, Fakultas Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
- Das, B.M (1995). *Mekhanika Tanah (Prinsip-prinsip Mekanika Gesteala) Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Gandi, S., 2010. *Proses Penelitian Mekanika Tanah* / Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya, Palangkaraya.
- Hardiyanto, H. C (1997). *Mekhanika Tanah* / Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Holmi, Armanu, Soehar, Vito (2010). *Korrelasi nilai w_{cl} dengan w_{cl} dengan nilai (CBR) lapangan dengan menggunakan alat w_{cl} dengan w_{cl} penetrometer (DCP) dan w_{cl} dengan w_{cl} (cbt) manual*, Jurnal Sipil Vol 1 No. 1, Pontianak, Fakultas Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
- Langkang, P.I, L.Mocaya, Netti, Soespa, O.S.A, Susanto, I.E.R. (2013). *"Hubungan Nilai CBR Lokalstabil dan DCP Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Kiri Jalan Wan-Likupang Kabupaten Mirkasara Utara"*, Jurnal Sipil Sipil Vol 7 No 2, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sawitaring, Manado.
- Palmeri Selas Konstruksi Bangunan dan Rukayah Sipil (1997). *Cara Uji CBR dengan Dengan Cara Penetrometer (DCP)*, Departemen Pekerjaan Umum, Palangkaraya.
- Sapriyo, Yustina Heli (2008). *Korrelasi Nilai CBR dan DCP Pada tanah Gamping Yang Dipadatkan. Simpul Depok*.
- Wesley, L.D (1977). *Mekhanika Tanah*, Badan Penerbit Pustaka Utama, Jakarta.