

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kapasitas dukung tanah dasar pada perencanaan konstruksi sangatlah penting karena nilai kapasitas dukung ini salah satu pedoman penting pada pelaksanaan suatu konstruksi. Untuk menentukan nilai kapasitas dukung tanah dasar pada perencanaan tebal perkerasan umumnya ditentukan dengan angka CBR yang diperoleh dari hasil pemeriksaan di laboratorium maupun langsung melakukan pengujian di lapangan, ada beberapa metode atau alat uji yang kita kenal atau biasa digunakan terutama oleh pelaku konstruksi di Indonesia untuk menentukan kapasitas daya dukung tanah dasar di antaranya uji CBR dengan menggunakan alat *Dinamic Cone penetrometer* (DCP), kemudian pemeriksaan kapasitas dukung tanah dasar ini bisa juga dilakukan dengan menggunakan alat uji *Duct Cone Penetrometer* atau biasanya di lapangan dikenal dengan istilah uji sondir, selain itu ada juga cara lain yang digunakan yaitu dengan cara uji CBR Mekanis. Dari beberapa metode dan alat yang dapat digunakan dengan metode dan alat yang berbeda sehingga berkemungkinan pada titik pengujian yang sama menghasilkan nilai yang berbeda, perbedaan hasil ini kemudian dicari hubungan atau korelasinya, dengan mengamati kondisi seperti itu penulis merasa tertarik untuk melanjutkan penelitian mengenai pengujian pemeriksaan kapasitas dukung tanah dasar atau CBR suatu lapangan dengan beberapa atau minimal dua alat uji dan sekaligus mencari korelasi nilai nilai CBR dari dua alat uji tersebut. Dalam penelitian penulis rencana mengambil judul “Korelasi Nilai CBR lapangan dengan menggunakan Data DCP dan Menggunakan Data sondir “ dengan lokasi penelitian di area Kampus Universitas Pasir Pengaraian (UPP) Kabupaten Rokan Hulu. Hal ini dimaksudkan agar mempermudah penulis dalam penelitian di lapangan dan dengan biaya yang relatif lebih rendah. Selain itu alat uji ini juga lebih mudah ditemukan dan lebih cenderung digunakan bila dibandingkan dengan alat uji daya dukung tanah lainnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini yaitu bagaimana korelasi nilai CBR dengan menggunakan data sondir dan menggunakan data DCP di wilayah kampus Universitas Pasir Pengaraian?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. menentukan nilai CBR tanah dasar dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* dan menggunakan alat Duct cone penetrometer atau uji sondir.
2. Menganalisa korelasi nilai CBR hasil pengujian dengan dinamic cone penetrometer dan nilai CBR hasil pengujian dengan menggunakan alat Duct cone penetrometer atau sondir.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal mengenai daya dukung tanah kepada perencana, pelaksana konstruksi, dan instansi teknis khususnya dalam pembangunan jalan raya di Universitas Pasir Pengaraian.

1.4. Batasan Masalah

Lingkup penelitian ini terbatas pada:

1. Lokasi penelitian di kampus Universitas Pasir Pengaraian.
2. Korelasi nilai California Bearing Ratio (CBR) lapangan menggunakan data DCP dan nilai CBR menggunakan data sondir dilokasi penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai korelasi (hubungan) penetapan nilai daya dukung tanah dari beberapa alat uji pada dasar sudah sering dilakukan di berbagai daerah dan dilakukan oleh berbagai kalangan, namun untuk tinjauan mengenai korelasi penentuan nilai CBR lapangan dengan menggunakan alat DCP dan Sondir dengan lokasi penelitian di area Kampus Universitas Pasir Pengaraian (UPP) Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau ini pada dasarnya belum pernah dilakukan penelitiannya oleh mahasiswa lain, hal ini dapat dilihat dari beberapa penelitian mengenai korelasi nilai kapasitas daya dukung tanah dan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) lapangan pada tanah lempung yang pernah dilakukan oleh salah satu mahasiswa Universitas Negeri Gorontalo dengan lokasi penelitian berada di Desa Imbodu yaitu: Fadly Achmad (2011).

Dari penelitian yang pernah dilakukan oleh mahasiswa tersebut diatas terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis, maka dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian berdasarkan study pustaka terhadap hasil penelitian yang ada dan literatur yang berkaitan dengan korelasi nilai CBR lapangan dengan menggunakan beberapa alat dan metode pengujian daya dukung tanah.

1. Achmad (2011), “*Korelasi Nilai Hambatan Konus (qc) Dan CBR Lapangan Pada Tanah Lempung Desa Imbodu*”). Adapun yang menjadi permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Kondisi tanah yang di tinjau adalah lokasi pembangunan bandar udara perintis yang berada di Desa Imbodu Kecamatan Randangan Kabupaten Pahuwato yang merupakan jenis tanah lunak dengan muka air relatif dangkal (rawa) sehingga kondisi tanah di daerah ini merupakan tanah lunak jenuh air dan menyebabkan kapasitas dukung tanah di lokasi menjadi rendah.

Dalam penelitian ini penulis terbatas pada analisis korelasi (hubungan) antara nilai hambatan konus (qc) dengan uji sondir dan nilai

CBR lapangan dengan uji DCP. Kemudian analisa korelasinya terbatas pada kedalaman 90 cm dibawah tanah dasar.

Adapun metodologi penelitian dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan study literatur yaitu berupa tinjauan kepustakaan yang berhubungan dengan disiplin ilmu yang berkaitan dengan penelitian ini dan didukung dengan data hasil penyelidikan tanah pada proyek pembangunan bandar udara perintis di desa Imbodu Kecamatan Randangan Kabupaten Pahuwato kemudian di ikuti dengan pengujian langsung dilapangan .

Dari hasil analisis yang dilakukan peneliti dengan mengolah data-data yang ada dan menganalisis segala aspek-aspek yang mempengaruhi maka di diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pada kedalaman sampai dengan 40 – 60 cm nilai hambatan konus (qc) belum bekerja,pada kedalaman 60 – 100 cm hambatan konus baru bekerja secara penuh.
2. Korelasi antara nilai CBR pada tanah lempung lunak – sangat lunak adalah $0.14 - 0.27 qc$ nilai qc .

Penelitian mengenai korelasi nilai CBR dari dua metode alat uji penentuan nilai CBR juga pernah dilakukan oleh salah satu mahasiswa Universitas Tanjungpura (UNTAN) Pontianak dengan lokasi penelitian pada pembangunan *dry soil head* PLTU Sanggau Kalimantan Barat Helmi Afrianto Vivi Bachtiar (2013).

2. Afrianto (2013), “*korelasi nilai california bearing ratio (CBR) dengan menggunakan alat Dinamic Cone Penetrometer (DCP) dan California Bearing Ratio (CBR) mekanis*”. Dalam penelitian ini penulis hanya membatasi pada analisa korelasi nilai CBR dengan menggunakan alat *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP) dan CBR mekanis pada tanah di mana lokasi penelitian ini dilakukan, kemudian seberapa besar faktor korelasi yang di hasilkan dari tingkat perbedaan hasil data yang diperoleh. Adapun metodologi penelitian yang di lakukan penulis yaitu dengan turun langsung kelapangan untuk melakukan penelitian baik itu penelitian dengan alat *Dinamic Cone Penetrometer* maupun penelitian *California Bearing Ratio* (CBR) mekanis.

Berdasarkan pengelolaan data hasil dari penelitian dan kajian mengenai faktor korelasi dari besaran tingkat perbedaan hasil yang diperoleh maka di dapat beberapa kesimpulan antara lain :

1. Bahwa hubungan antara *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP) dan *California Bearing Ratio* (CBR) mekanis yang diambil pada kedalaman sesungguhnya adalah hubungan langsung negatif lemah, hal ini di tunjukkan dengan nilai faktor korelasi (r) adalah -0,21998. Sedangkan hubungan antara *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP) dan *California Bearing Ratio* (CBR) mekanis yang di ambil pada per lima tumbukan adalah hubungan langsung positif baik, hal ini di tunjukkan dengan nilai faktor korelasi (r) adalah 0,77637743 yang hampir mendekati 1 (satu).
2. Dari hasil analisa yang telah dilakukan diambil nilai korelasi yang baik, yaitu dari hasil korelasi yang di tinjau dari data nilai CBR pada per lima tumbukan. Maka diambil korelasi regresi linier diperoleh persamaan garis regresi antara pengujian *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP) dan *California Bearing Ratio* (CBR) mekanis per lima tumbukan adalah : $Y = 0,29941 X + 2,61881$.

Dari hasil analisa korelasi eksponensial diperoleh persamaan garis regresi antara pengujian antara *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP) dan *California Bearing Ratio* CBR mekanis per lima tumbukan adalah :

$$Y = b.e^{ax}$$

$$Y = 2,737210,06144X$$

3. Yusa (2008), telah melakukan penelitian “*Korelasi pengujian Kepadatan Lapangan Dan Static Hand Penetrometer Terhadap Hasil CBR Laboratorium Pada Beberapa Jenis Tanah* “. Dalam metode penelitian, peneliti melakukan beberapa pengujian kelapangan diantaranya pengujian dengan menggunakan alat HCP untuk mengukur daya dukung tanah atau ketahanan tanah dasar, kemudian dilanjutkan pengujian dengan alat moul CBR untuk pengujian

kepadatan lapangan dan pengujian CBR tanah asli di laboratorium. Dari hasil analisa data yang diperoleh dari penelitian untuk mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi yang sesuai maka dapat disimpulkan bahwa hasil korelasi uji HCP dengan CBR tanpa kepadatan dengan menggunakan persamaan regresi dalam penelitian ini lebih bagus bila dibandingkan dengan hasil korelasi hasil uji HCP dan CBR terhadap kepadatan dengan menggunakan persamaan regresi linear. Hal ini dapat dibuktikan dimana pada koefisien korelasi hasil uji korelasi HCP dengan CBR tanpa kepadatan pada tanah gambut 0.9905, pada tanah pasir 0.9926, pada tanah lempung 0.9861 dan pada gabungan tanah pasir dengan tanah lempung 0.9918. Sedangkan koefisien korelasi hasil uji DCP dan CBR dengan kepadatan pada tanah gambut 0.9943, pada tanah pasir 0.9448, pada tanah lempung 0.9548 dan pada gabungan tanah pasir dengan tanah lempung 0.9248. Hubungan antara nilai CBR, HCP dan bulk density memenuhi hubungan persamaan $C = 0,002 + 36,03$.

* HCP + (-5,3 s/d -5,6) *.

4. Lengkong (2013) melakukan penelitian "*Hubungan Nilai Cbr Laboratorium Dan Dcp Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara*" dengan metode penelitian pertama dilakukan di laboratorium mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Tahapan yang dilakukan di laboratorium antara lain: Persiapan tanah, analisis saringan, batas-batas konsistensi, pemadatan dan uji CBR. Tanah yang berasal dari lokasi di kering udara agar kondisi tanah tidak terlalu basah dan 37 lias disaring. Pemadatan menggunakan modifikasi *proctor* dengan mold untuk CBR. Kemudian dilanjutkan penelitian di lapangan menggunakan DCP, pengujian DCP di lapangan dilakukan satu kali pada 8 titik di ruas jalan Wori-Likupang, yaitu titik No.I STA 28+200, titik No.II STA 28+300, titik No.III STA 28+400, titik No.IV STA 28+500, titik No.V STA 28+600, titik No.VI STA 28+700, titik No.VII STA 28+800, titik No. VIII STA 29+000.

Berdasarkan hasil pengujian lapangan dan laboratorium dalam penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji karakteristik tanah dari lima sampel tanah yang diambil di ruas jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara yang telah dilakukan, maka diperoleh klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO yaitu termasuk dalam kelompok A – 2 – 7 atau Material Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai buruk.
2. Dari Grafik Hubungan CBR Lapangan dengan DCP diperoleh nilai $y = 416,88x^{-1.27}$.
3. Dari hasil analisis data pada lima titik dengan lima sampel yang berbeda diperoleh hasil yang memuaskan sekitar 80% karena dari hasil tersebut diperoleh empat data hasil yang hampir sama yaitu pada STA 28+200, STA 28+300, STA 28+400 dan STA 29+000, sehingga hal ini membuktikan penggunaan alat DCP untuk penentuan CBR tanah di lapangan berdasarkan dari penelitian ini dapat digunakan untuk suatu data perencanaan konstruksi jalan tanpa harus melakukan pengujian CBR lebih lanjut di laboratorium.

5. Jalalul (2013) ” *Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan (Studi Komparasi CBR Kecamatan Nisam Antara, Kecamatan Sawang dan Kecamatan Kuta Makmur)*” Nilai CBR yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai CBR lapangan (CBR *inplace* atau *field* CBR) yang berarti pengujian nilai CBR langsung dilakukan di lapangan. Lokasi penelitian dilakukan pada tiga tempat yaitu Kecamatan Nisam Antara, Sawang dan Kuta Makmur Kabupaten Aceh Utara, hal tersebut sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini.

Data nilai CBR lapangan diambil dengan menggunakan alat pengujian CBR lapangan. Pengujian dilakukan dengan meletakkan piston pada elevasi di mana nilai CBR hendak diukur, lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang di limpahkan melalui gandar truk dengan kecepatan 0,05 inci/menit. Jumlah titik pengujian pada masing-masing lokasi bervariasi sesuai dengan panjang jalan yang direncanakan. Untuk kecamatan Nisam Antara dengan panjang jalan 5300 m jumlah titik pengujian 54 titik, kecamatan Sawang

dengan panjang jalan 4750 m jumlah titik pengujian 48 titik dan Kecamatan Kuta Makmur dengan panjang jalan 4445 m jumlah titik pengujian 45 titik.

Berdasarkan perhitungan dari hasil variasi nilai CBR dalam menentukan tebal perkerasan jalan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jumlah titik pengujian nilai CBR Kecamatan Nisam Antara 54 titik, Kecamatan Sawang 48 titik dan Kecamatan Kuta Makmur 45 titik. Rerata dari masing-masing nilai tersebut adalah Kecamatan Nisam Antara 38,94 %, Kecamatan Sawang 38,80 % dan Kecamatan Kuta Makmur 51,58 %.
2. Nisam Antara tebal lapis permukaan (*D1*) sebesar 2 cm, lapis pondasi atas (*D2*) sebesar 20 cm dan lapis pondasi bawah (*D3*) sebesar 10 cm. Dari hasil perhitungan diperoleh tebal perkerasan untuk masing-masing lokasi adalah Kecamatan Kecamatan Sawang tebal lapis *D1* sebesar 2,3 cm, *D2* sebesar 20 cm dan *D3* sebesar 10 cm. Kecamatan Kuta Makmur tebal lapis *D1* sebesar 1,5 cm, *D2* sebesar 20 cm dan *D3* sebesar 10 cm. Untuk semua tebal lapis permukaan (*D1*) pada ketiga lokasi digunakan nilai tebal minimum yang diizinkan yaitu 5 cm.
3. Nilai CBR tertinggi pada kecamatan Kuta Makmur memberi pengaruh yang signifikan terhadap tebal perkerasan sehingga lapis permukaan menjadi lebih tipis dan apabila dikonversi terhadap harga pengerjaannya menjadi lebih murah dan efisien.

2.2. Keaslian Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Universitas Pasir Pengaraian dalam pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan bulan Maret menggunakan alat uji sondir yang dimiliki oleh laboratorium Geoteknik Universitas Pasir Pengaraian Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil.

Sejauh ini belum adanya informasi tentang adanya penelitian yang dilakukan terhadap kesetabilan tanah pada area Universitas Pasir Pengaraian dengan menggunakan alat uji sondir (CPT). Data yang didapat dari uji CPT akan dipergunakan sebagai landasan menentukan daya dukung tanah yang ada di area

tersebut, serta sebagai dasar untuk mengetahui gaya geser tanah dan sebagai data menentukan pondasi yang dipergunakan diarea tersebut.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Karakteristik Tanah

Menurut r.f. Craig (Budi Susilo S, edisi keempat) mengatakan bahwa tanah merupakan akumulasi mineral yang tidak memiliki atau lemah terhadap ikatan antara partikel, yang terbentuk karena pelapukan antara batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air dan atau udara.

3.2. Komposisi tanah dan istilah

Joseph E. Bowles (Johan K. Halnim) edisi kedua mengatakan tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

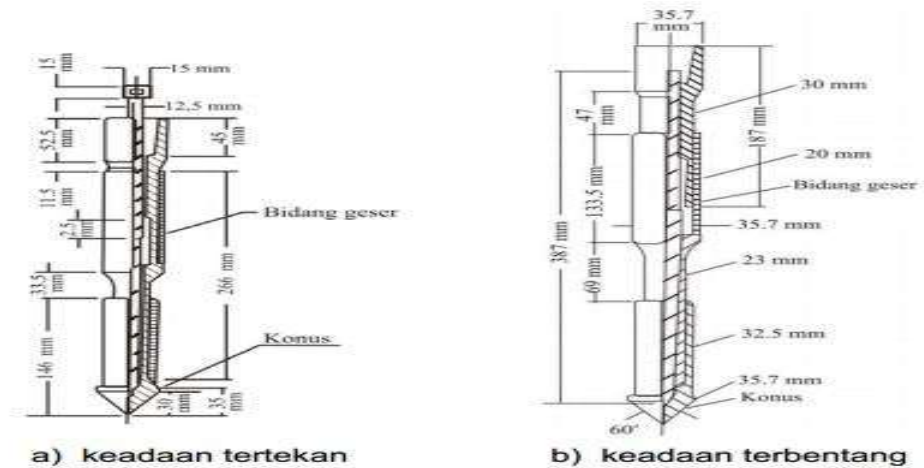
1. Berangkal (*boulders*) potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm, untuk kisaran ukuran 150 sampai 250 mm, fragmen aturan ini disebut kerakal (*cobbles*) atau pebbles.
2. Krikil (*gravel*) merupakan partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*) merupakan partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar (3 sampai 5 mm) sampai halus (1<1 mm).
4. Lanau (*silt*) merupakan partikel batuan yang berukuran dari 0,002 sampai 0,074 mm.
5. Lempung (*clay*) merupakan mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama kohesi pada tanah.
6. Koloid (*colloids*) merupakan mineral yang diam berukuran 0,001 mm.

3.3. Penyelidikan tanah dengan menggunakan alat Sondir

Dalam desain struktur tanah fondasi sering dilakukan analisis stabilitas dan perhitungan desain pondasi suatu bangunan dengan menggunakan parameter tanah baik tegangan total maupun tegangan efektif. Parameter perlawanan penetrasi dapat diperoleh dengan berbagai cara. Dalam melakukan uji penetrasi lapangan ini digunakan metode pengujian lapangan dengan alat sondir (SNI 03-2827-1992) yang berlaku baik untuk alat penetrasi konus tunggal maupun ganda yang ditekan secara mekanik (*hidraulik*). Peralatan uji penetrasi ini antara lain terdiri atas peralatan penetrasi konus, bidang geser, bahan baja, pipa dorong, batang dalam, mesin pembeban *hidraulik* dan perlengkapan lainnya. Mengingat diperlukannya parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan untuk keperluan interpretasi per lapisan tanah dan bagian dari desain fondasi suatu bangunan, perlu disusun revisi standar berjudul “Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir”.

Cara uji ini dimaksudkan sebagai pegangan dan acuan dalam uji laboratorium geser dengan cara uji langsung terkonsolidasi dengan *drainase* pada benda uji tanah. Tujuannya adalah untuk memperoleh parameter-parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan, dengan alat sondir (penetrasi quasi statik). Parameter tersebut berupa perlawanan konus (q_c), perlawanan geser (f_s), angka banding geser (R_f), dan geseran total tanah (T_f), yang dapat dipergunakan untuk interpretasi per lapisan tanah dan bagian dari desain fondasi.

Konus yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (lihat Gambar 3.1):



Gambar 3.1. Batang Konus

1. Ujung konus bersusut 600 ± 50 .
2. Ukuran diameter konus adalah $35,7 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ atau luas proyeksi konus = 10 cm^2 .
3. Bagian runcing ujung konus berjari-jari kurang dari 3 mm. Konus ganda harus terbuat dari baja dengan tipe dan kekerasan yang cocok untuk menahan abrasi dari tanah.

3.3.1.Selimut bidang geser

Selimut (*bidang*) geser yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Ukuran diameter luar selimut geser adalah 35,7 mm ditambah dengan 0 mm s.d 0,5 mm.
2. Proyeksi ujung alat ukur penetrasi tidak boleh melebihi diameter selimut geser.
3. Luas permukaan selimut geser adalah $150 \text{ cm}^2 \pm 3 \text{ cm}^2$.
4. Sambungan-sambungan harus didesain aman terhadap masuknya tanah.

5. Selimut geser pipa harus mempunyai kekasaran sebesar $0,5 \mu\text{m AA} \pm 50 \%$.

3.3.2. Pipa Dorong

Batang-batang yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Pipa terbuat dari bahan baja dengan panjang 1,00 m.
2. Pipa harus menerus sampai konus ganda agar penampang pipa tidak tertekuk jika disondir/didorong.
3. Ukuran diameter luar pipa tidak boleh lebih besar daripada diameter dasar konus ganda untuk jarak minimum 0,3 m di atas puncak selimut geser.
4. Setiap pipa sondir harus mempunyai diameter dalam yang tetap.
5. Pipa-pipa tersambung satu dengan yang lainnya dengan penyekrupan, sehingga terbentuk rangkaian pipa kaku yang lurus.
6. Pipa bagian dalam harus dilumasi untuk mencegah korosi.

Batang-batang dalam yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Batang dalam terbuat dari bahan baja dan terletak di dalam pipa dorong.
- b. Batang-batang dalam harus mempunyai diameter luar yang konstan.
- c. Panjang batang-batang dalam sama dengan panjang pipa-pipa dorong dengan perbedaan kira-kira 0,1 mm.

- d. Batang dalam mempunyai penampang melintang yang dapat menyalurkan perlawanan konus tanpa mengalami tekuk atau kerusakan lain.
- e. Jarak ruangan antara batang dalam dan pipa dorong harus berkisar antara 0,5 mm dan 1,0 mm.
- f. Pipa dorong dan batang dalam harus dilumasi dengan minyak pelumas untuk mencegah korosi.
- g. Pipa dorong dan batang dalam harus bersih dari butiran-butiran untuk mencegah gesekan antara batang dalam dan pipa dorong.

3.3.3. Mesin pembeban hidraulik

Mesin pembeban yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Rangka mesin pembeban harus dijepit oleh 2 buah batang penjepit yang diletakkan pada masing-masing jangkar helikoidal agar tidak bergerak pada waktu pengujian.
2. Rangka mesin pembeban berfungsi sebagai dudukan sistem penekan *hidraulik* yang dapat digerakkan naik/turun.
3. Sistem penekan *hidraulik* terdiri atas engkol pemutar, rantai, roda gigi, gerigi dorong dan penekan *hidraulik* yang berfungsi untuk mendorong/menarik batang dalam dan pipa dorong.
4. Pada penekan hidraulik terpasang 2 buah manometer yang digunakan untuk membaca tekanan *hidraulik* yang terjadi pada waktu penekanan batang dalam, pipa dorong dan konus (tunggal atau ganda). Untuk pembacaan tekanan rendah disarankan menggunakan manometer berkapasitas 0 Mpa s.d 2 MPa dengan ketelitian 0,05 Mpa. Untuk pembacaan

tekanan menengah digunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 5 MPa dengan ketelitian 0,05 MPa dan untuk pembacaan tekanan tinggi digunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 25 MPa dengan ketelitian 0,1 MPa.

3.4. Pengujian Batasan Peralatan Dan Perlengkapan

Persyaratan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Ketelitian peralatan ukur dengan koreksi sekitar 5 %.
2. Deviasi standar pada alat penetrasi secara mekanik.
3. Untuk perlawanan konus (q_c) adalah 10 %.
4. Untuk perlawanan geser (f_s) adalah 20 %.
5. Alat ukur harus dapat mengukur perlawanan penetrasi di permukaan dengan dilengkapi alat yang sesuai, seperti mesin pembeban *hidraulik*.
6. Alat perlengkapan mesin pembeban harus mempunyai kekakuan yang memadai, dan diletakkan di atas dudukan yang kokoh serta tidak berubah arah pada waktu pengujian.
7. Pada alat sondir ringan (< 200 kg) biasanya tidak dapat menembus untuk 2 m s.d 3 m sehingga datanya tidak bermanfaat.
8. Pada alat sondir berat (> 200 kg) digunakan sistem angker, namun di daerah tanah lunak tidak dapat digunakan kecuali dengan pemberian beban menggunakan karung-karung pasir.

3.5. Cara Pengujian Dan Persiapan Pengujian

Lakukan persiapan pengujian sondir di lapangan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Siapkan lubang untuk penusukan konus pertama kalinya, biasanya digali dengan linggis sedalam sekitar 5 cm.

2. Masukkan 4 buah angker ke dalam tanah pada kedudukan yang tepat sesuai dengan letak rangka pembeban.
3. Setel rangka pembeban, sehingga kedudukan rangka berdiri vertical.
4. Pasang manometer 0 MPa s.d 2 MPa dan manometer 0 MPa s.d 5 MPa untuk penyondiran tanah lembek, atau pasang manometer 0 MPa s.d 5 MPa dan manometer 0 MPa s.d 25 MPa untuk penyondiran tanah keras.
5. Periksa sistem *hidraulik* dengan menekan piston *hidraulik* menggunakan kunci piston dan jika kurang tambahkan oli serta cegah terjadinya gelembung udara dalam sistem.
6. Tempatkan rangka pembeban, sehingga penekan *hidraulik* berada tepat di atasnya.
7. Pasang balok-balok penjepit pada jangkar dan kencangkan dengan memutar baut pengecang, sehingga rangka pembeban berdiri kokoh dan terikat kuat pada permukaan tanah. Apabila tetap bergerak pada waktu pengujian, tambahkan beban mati di atas balok-balok penjepit.
8. Sambung konus ganda dengan batang dalam dan pipa dorong serta kepala pipa dorong, dalam kedudukan ini batang dalam selalu menonjol keluar sekitar 8 cm di atas kepala pipa dorong. Jika ternyata kurang panjang, bisa ditambah dengan potongan besi berdiameter sama dengan batang dalam.

3.6. Prosedur Pengujian Penetrasi Konus

Lakukan pengujian penetrasi konus ganda dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tegakkan batang dalam dan pipa dorong di bawah penekan *hidraulik* pada kedudukan yang tepat.
2. Dorong/tarik kunci pengatur pada kedudukan siap tekan, sehingga penekan *hidraulik* hanya akan menekan pipa dorong.

3. Putar engkol searah jarum jam, sehingga gigi penekan dan penekan hidraulik bergerak turun dan menekan pipa luar sampai mencapai kedalaman 20 cm sesuai interval pengujian.
4. Pada tiap interval 20 cm lakukan penekanan batang dalam dengan menarik kunci pengatur, sehingga penekan *hidraulik* hanya menekan batang dalam saja (kedudukan 1, lihat Gambar 5).
5. Putar engkol searah jarum jam dan jaga agar kecepatan penetrasi konus berkisar antara 10 mm/s sampai 20 mm/s \pm 5. Selama penekanan batang pipa dorong tidak boleh ikut turun, karena akan mengacaukan pembacaan data.

3.7. Pembacaan hasil pengujian

Lakukan pembacaan hasil pengujian penetrasi konus sebagai berikut:

1. Baca nilai perlawanan konus pada penekan batang dalam sedalam kira-kira 4 cm pertama (kedudukan 2, lihat Gambar 4) dan catat pada formulir (Lampiran C) pada kolom Cw .
2. Baca jumlah nilai perlawanan geser dan nilai perlawanan konus pada penekan batang sedalam kira-kira 4 cm yang ke-dua (kedudukan 3, lihat Gambar 4) dan catat pada formulir (Lampiran C) pada kolom Tw.

3.8. Prosedur Pengulangan Pengujian

Ulangi langkah-langkah pengujian tersebut di atas hingga nilai perlawanan konus mencapai batas maksimumnya (sesuai kapasitas alat) atau hingga kedalaman maksimum 20 m s.d 40 m tercapai atau sesuai dengan kebutuhan. Hal ini berlaku baik untuk sondir ringan ataupun sondir berat.

3.9. Perhitungan Data Pengujian

Rumus-rumus perhitungan Prinsip dasar dari uji penetrasi statik di lapangan adalah dengan anggapan berlaku hukum Aksi Reaksi (persamaan 10), seperti yang digunakan untuk perhitungan nilai perlawanan konus dan nilai perlawanan geser di bawah ini.

3.9.1. Perlawanan Konus (q_c)

Nilai perlawanan konus (q_c) dengan ujung konus saja yang terdorong, dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{\text{konus}} = P_{\text{piston}} \dots \dots \dots (1)$$

$$q_c \times A_c = C_w \times A_{pi}$$

$$q_c = C_w \times A_{pi} / A_c \dots \dots \dots (2)$$

$$A_{pi} = \pi (D_{pi})^2 / 4 \dots \dots \dots (3)$$

$$A_c = \pi (D_c)^2 / 4 \dots \dots \dots (4)$$

3.9.2. Perlawanan Geser (f_s)

Nilai perlawanan geser lokal diperoleh bila ujung konus dan bidang geser terdorong bersamaan dan dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{\text{konus}} + P_{\text{geser}} = P_{\text{piston}} \dots \dots \dots (5)$$

$$(q_c \times A_c) + (f_s \times A_s) = T_w \times A_{pi}$$

$$(C_w \times A_{pi}) + (f_s \times A_s) = T_w \times A_{pi}$$

$$f_s = K_w \times A_{pi} / A_s \dots \dots \dots (6)$$

$$A_s = \pi D_s L_s \dots \dots \dots (7)$$

$$K_w = (T_w - C_w) \dots \dots \dots (8)$$

3.9.3. Angka Banding Geser (R_f)

Angka banding geser diperoleh dari hasil perbandingan antara nilai perlawanan geser lokal (f_s) dengan perlawanan konus (q_s) dan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$R_f = (f_s / q_s) \times 100 \dots \dots \dots (9)$$

3.9.4. Geseran Total (Tf)

Nilai geseran total (Tf) diperoleh dengan menjumlahkan nilai perlawanan geser lokal (fs) yang dikalikan dengan interval pembacaan, dan dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Tf = (fs \times \text{interval pembacaan}) \dots\dots\dots (10)$$

3.10. Prosedur Perhitungan

Lakukan perhitungan perlawanan konus (qc), perlawanan geser (fs), angka banding geser (Rf) dan geseran total (Tf) tanah dan penggambaran hasil pengujian dengan tahapan berikut.

3.11. Cara Perhitungan

1. Hitung perlawanan konus (qc) bila ujung konus saja yang terdorong dengan menggunakan persamaan (1) s.d (4).
2. Hitung perlawanan geser (fs) lokal bila ujung konus dan bidang geser terdorong bersamaan dengan menggunakan persamaan (5) s.d (8).
3. Hitung angka banding geser (Rf) dengan menggunakan persamaan (9).
4. Hitung geseran total (Tf) tanah dengan menggunakan persamaan (10).

3.12. Cara Penggambaran Hasil Uji Penetrasi Konus

1. Gambarkan grafik hubungan antara variasi perlawanan konus (qc) dengan kedalaman (meter).
2. Untuk uji sondir dengan konus ganda gambarkan hubungan antara perlawanan geser (fs) dengan kedalaman dan geseran total (Tf) dengan kedalaman.
3. Apabila diperlukan rincian tanah yang diperkirakan dari data perlawanan konus dan perlawanan geser, gambarkan grafik hubungan antara angka banding geser dengan kedalaman.

- Tempatkan grafik-grafik dari sub butir a), b) dan c) di atas pada satu lembar gambar dengan skala kedalaman yang sama.

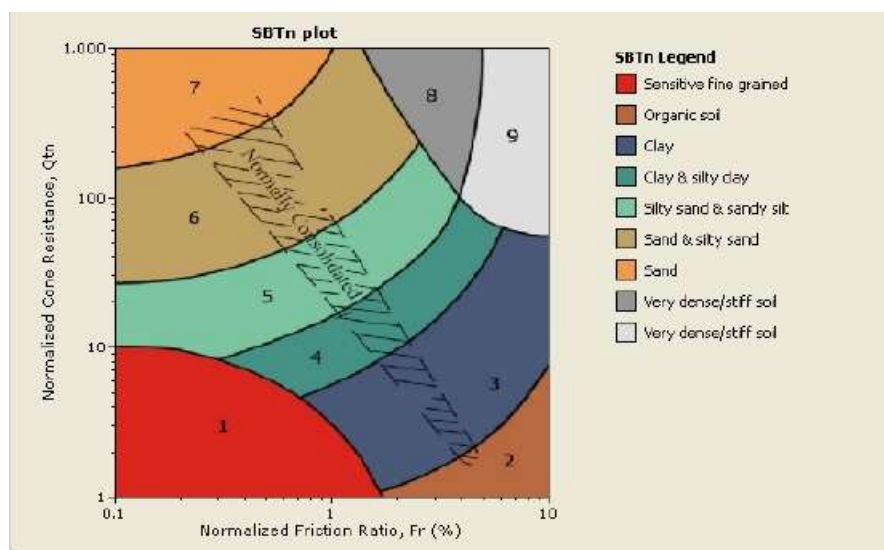
3.13. Penghentian Pengujian Sondir

Pengujian sondir mekanis dapat dihentikan pada saat perlawanan konus telah sesuai aturan sebagai berikut:

- Sondir ringan maksimal 2.5 ton : tekanan manometer 3 x berturut-turut $\geq 250 \text{ kg/cm}^2$ pada kedalaman maksimal 30 m.
- Sondir berat maksimal 5 ton : tekanan manometer 3 x berturut-turut $\geq 500 \text{ kg/cm}^2$ pada kedalaman maksimal 50 m.

3.14. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir atau CPT

Alat sondir atau CPT memberikan tekanan konus dengan atau tanpa hambatan pelekat (*friction resistance*) yang dapat dikorelasikan pada parameter tanah seperti *undrained shear strength*, kompresibilitas tanah dan dapat memperkirakan jenis lapisan tanah. Data CPT dapat digunakan untuk menetapkan lapisan yang diperbolehkan dan untuk merancang tiang pancang. Data dapat digunakan untuk menguatkan metode – metode pengujian lain dan dapat digunakan untuk memperkirakan klasifikasi tanah.



Gambar 3.2 Section Statistics

3.15. Aplikasi Uji Sondir Untuk Evaluasi Nilai CBR

Untuk tanah lempung, evaluasi kuat geser yang diperoleh dari uji sondir memberikan indikasi yang cukup baik. Untuk mendapatkan nilai CBR *in-situ*, uji sondir dapat digunakan berdasarkan korelasi empiris yang juga dapat dilakukan lebih dahulu di laboratorium. Rahardjo mendapatkan korelasi untuk tanah lempung sebagai berikut :

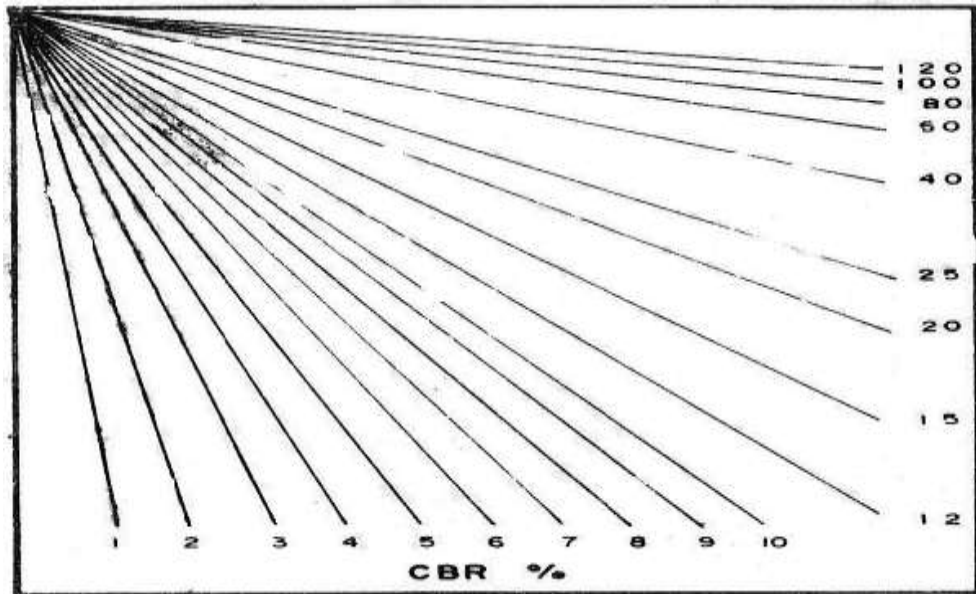
$$\text{CBR} = \frac{1}{2} q_c \dots\dots\dots (1)$$

Sementara Schmertmann dalam Rahardjo (2008) mendapatkan korelasi untuk tanah pasir sebagai berikut :

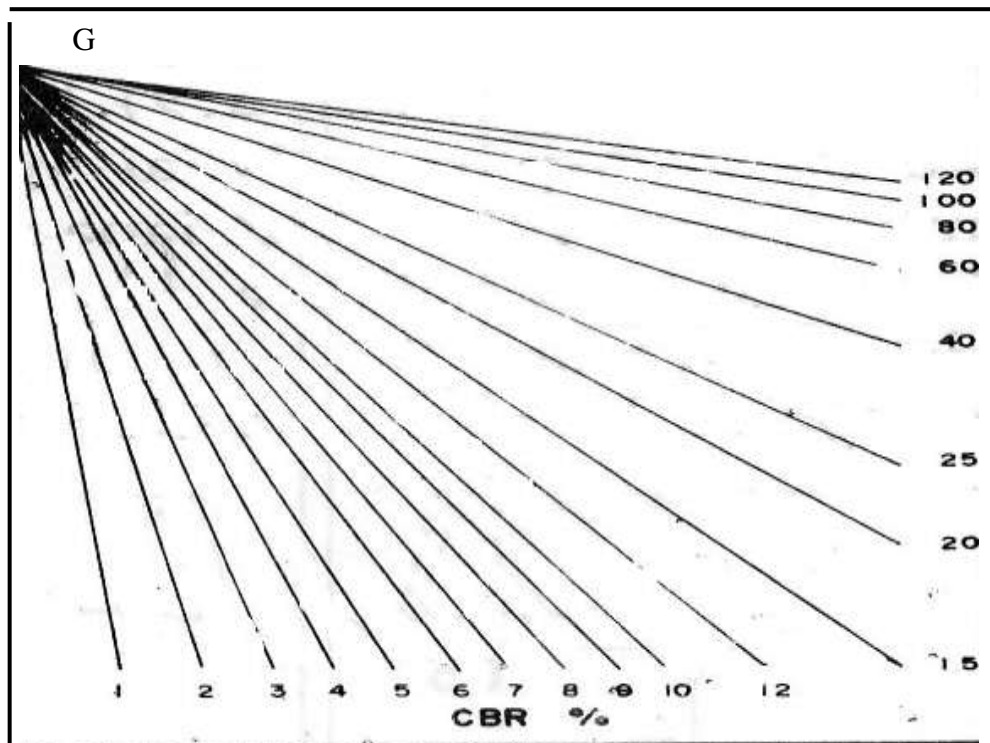
$$\text{CBR} = \frac{1}{3} q_c \dots\dots\dots (2)$$

3.16. Menentukan Nilai CBR Dengan Menggunakan Alat DCP

Di Indonesia kapasitas dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan umumnya ditentukan dengan melakukan pengujian CBR. Berdasarkan cara mendapatkannya, uji CBR dapat dilakukan dengan 3 kondisi, salah satunya adalah CBR lapangan (*field CBR*) dengan menggunakan hasil pemeriksaan DCP. Pemeriksaan dengan alat DCP menghasilkan data kekuatan dukung tanah sampai kedalaman 90 cm di bawah tanah dasar. Hasil pemeriksaan ini dinyatakan dengan Penetrabilitas *Skala Penetrometer* (SPP) dan Tahanan Penetrasi Skala (SPR). SPP dinyatakan dalam satuan cm/tumbukan sementara SPR dinyatakan dalam tumbukan/cm. Korelasi data DCP dengan nilai CBR lapangan diperoleh dengan menggunakan kertas transparan seperti pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 Dengan mempertahankan sumbu horizontal dan vertikal pada kertas transparan ini akan mendapatkan suatu garis yang berimpit dengan garis kumulatif tumbukan. Nilai yang ditunjukkan oleh garis tersebut adalah nilai CBR lapangan pada kedalaman tersebut.



Gambar 3.3. Hubungan antara DCP dan CBR lapangan (30 derajat).



Gambar 3.4. Hubungan antara DCP dan CBR lapangan (60erajat).

3.17. Korelasi Nilai CBR Mekanis dan DCP Dengan Metode Regresi Linear Sederhana

Dalam menganalisa kolerasi antara hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Mekanis dan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dalam penelitian ini digunakan metode garis regresi linier sederhana, dimana nantinya akan timbul istilah variabel bebas dan variabel terikat. Disini variabel bebasnya adalah hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) sedangkan variabel terikatnya adalah hasil dari pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Mekanis.

3.18. Analisa Data Perhitungan Koefesien Korelasi (r)

Koefesien korelasi di hitung dengan rumus ;

$$r = \frac{\sum xi yi}{\sqrt{\sum xi^2 \cdot \sum yi^2}}$$

Dimana :

X_i : $x_i - x_{rt}$

y_i : $y_i - y_{rt}$

x_i : nilai x pada data ke 1

y_i : nilai y pada data ke 1

x_{rt} : nilai rata-rata x

y_{rt} : nilai rata-rata y

Tabel 3.1. Nilai Koefesien Korelasi Dan Kekuatan Hubungan Antar Variabel

Nilai Koefesien Korelasi	Keterangan
1	Hubungan Positif Sempurna
0,6 – 1	Hubungan Langsung Positif Baik
0 – 0,6	Hubungan Langsung Positif Lemah
0	Tidak Terdapat Hubungan Linear
-0,6 – 0	Hubungan Langsung Negatif Lemah
-1 – -0,6	Hubungan Langsung negatif baik
-1	Hubungan negatif sempurna

Sumber : Jurnal helmi afrianto nilai koefesien korelasi

3.19. Menghitung Persamaan garis Regresi

Persamaan garis regresi linier sederhana adalah

$$Y = bx + a$$

Dimana :

$$b = \frac{\sum xi yi}{\sum xi^2}$$

$$A = Y - b.x$$

Jika dari analisa data DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan CBR (*California Bearing Ratio*) Mekanis diperoleh :

$$a = \frac{\sum xi yi}{\sum xi^2} = \frac{-216.41}{430.00} = -0,50211$$

$$\begin{aligned} A &= Y_{rt} - b.X_{rt} \\ &= 40,67 - (-0,50211 \times 21,50) \\ &= 51,4621 \end{aligned}$$

Jadi persamaan regresi dari hasil pengujian kekuatan tanah menggunakan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan CBR (*California Bearing Ratio*) Mekanis adalah :

$$Y = -0,5021X + 51,4621$$

persamaan analisa regresi linier dapat dilihat bahwa kenaikan nilai CBR *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) tidak diikuti oleh kenaikan nilai CBR dari *California Bearing Ratio* (CBR) Mekanis yang sebenarnya atau semakin besar nilai CBR DCP maka semakin kecil pula nilai CBR Mekanis, dan dilihat dari nilai regresinya ($r = 0.0.21997569$) memiliki hubungan positif lemah.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian langsung atau dengan menggali data untuk mendapatkan suatu hasil.

4.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian pada periode Juni-Desember 2016, pengujian di wilayah Universitas Pasir Pengaraian, kab. Rokan Hulu, Prov. Riau. dengan memperhatikan beberapa lokasi yang memiliki kondisi tanah yang relatif sama.

4.3 Bahan Dan Alat Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian langsung di lapangan (*in situ test*). Data yang diperlukan adalah data primer dan sebagian data sekunder hasil pengujian di lapangan yang dilakukan oleh laboratorium Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian (UPP). Program kerja yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah mencakup seluruh tahapan proses penelitian mulai dari pemilihan lokasi (*sampling*) sampai dengan analisa pengolahan data. dalam penelitian ini ada dua alat uji yang digunakan dalam proses pengambilan data.

4.3.1 Pengujian Dengan Menggunakan Alat Sondir

Alat :

1. Alat sondir yang digunakan kapasitas 2,5 ton.
2. Sondir lengkap dengan batang dalam.
3. Manometer 2 buah dengan kapasitas sesuai dengan sondir ringan yaitu 0 – 60 kg/cm² dan 0 – 250 kg/cm².
4. Alat bikonus.
5. Angker dengan perlengkapannya.

Ujung alat ini terdiri dari kerucut baja yang mempunyai sudut kemiringan 60° dan berdiameter 35,7 mm atau mempunyai luas

penampang 10 cm². Kecepatan penetrasi kira-kira 10 mm/detik. Pembacaan dilakukan tiap penurunan 20 cm dan dihentikan pada kedalaman maksimum yang diinginkan atau sampai batas maksimum pembacaan 250 kg/cm².

4.3.2 Pengujian Dengan Menggunakan Alat DCP

Alat ini digunakan untuk menentukan nilai CBR sub grade, sub base atau base course

suatu sistem secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan quality control pekerjaan pembuatan jalan.

Spesifikasi :

Konus : Baja yang diperkeras, diameter 20 mm, sudut kemiringan 60°.

Palu penumbuk : Berat 8 kg, tinggi jatuh 575 mm

Mistar : 100 cm

Batang penetrasi : Diameter 16 mm.

Alat :

1. Mistar ukur
2. Batang penetrasi
3. Konus
4. Landasan penumbuk
5. Stang pelurus
6. Palu penumbuk
7. Kunci pas
8. Tas terpal

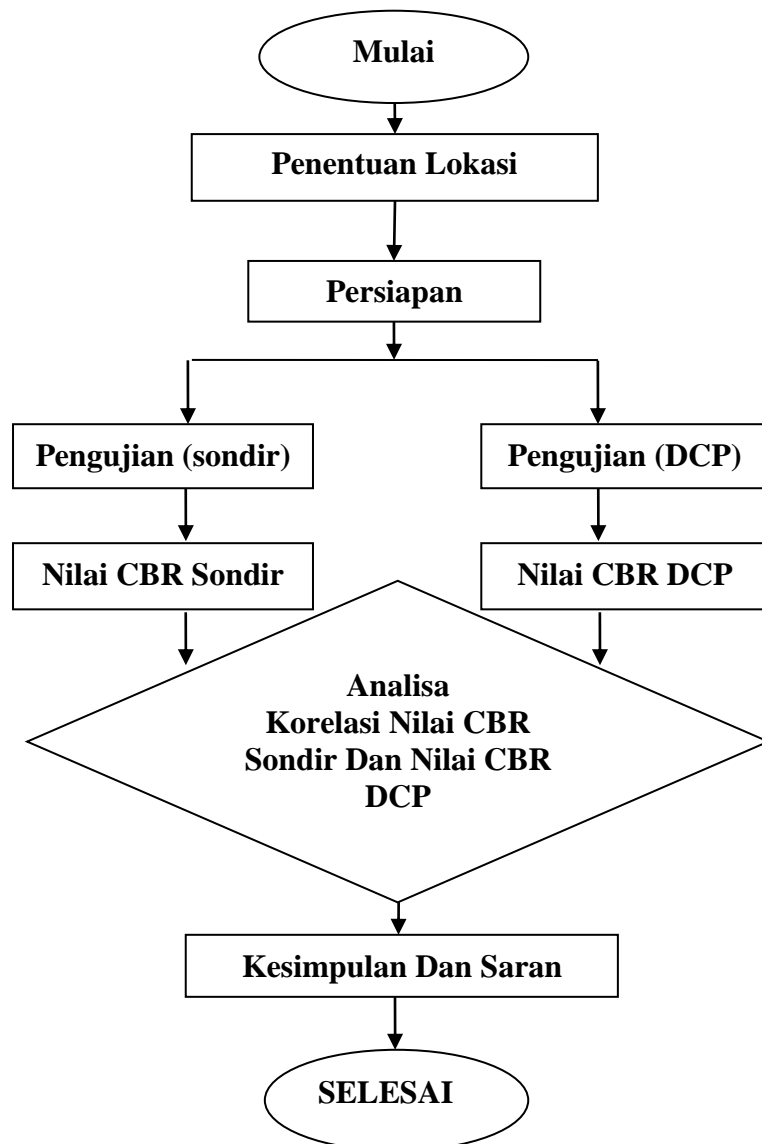
4.4 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam pengambilan data ini yaitu dengan metode uji langsung pada daerah studi kasus yaitu pada area tanah sekitar Universitas Pasir Pengaraian Pengujian lapangan (*in situ test*) dilakukan dengan melakukan survey awal terlebih dahulu. Hal ini untuk memastikan letak/posisi pondasi bangunan. Pengujian dilakukan pada tempat-tempat dengan kondisi beban maksimum yakni pada kolom-kolom utama bangunan.

4.5 Metode Pengolahan Data

Data primer berupa data pengujian sondir dan DCP yang dilakukan oleh laboratorium teknik sipil Universitas Pasir Pengaraian yang tersebar di kampus.

4.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian