

PEMETAAN NILAI KONUS BERDASARKAN DATA CONE PENETRATION TEST MENGGUNAKAN PROGRAM ARCGIS VERSI 10.5 DI KECAMATAN SALANG, KABUPATEN SIMEULUE, PROVINSI ACEH

Maimunah^{1,*} dan Sefri Burmansyah²

^{1,2)} Universitas Muhammadiyah Aceh, Jl. Muhammadiyah No. 91, Banda Aceh, 23123, Indonesia

*Email: maimunah@unmuha.ac.id

ABSTRAK

Kecamatan Salang merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan pemetaan tingkat kedalaman tanahkeras adalah menggunakan uji Cone Penetration Test. Adapun permasalahan pada penelitian ini yaitu memetakan tingkat kedalaman tanah keras berdasarkan nilai konus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kedalaman tanah keras pada Kecamatan Salang yang kemudian dipetakan menggunakan program ArcGIS versi 10.5. Penelitian ini dilakukan dengan uji sondir di 2 (dua) lokasi sebanyak 4 (empat) titik sebagai data primer dan data uji sondir 3 (tiga) lokasi sebanyak 6 (enam) titik sebagai data sekunder. Data yang sudah terkumpul selanjutnya dihitung dan kemudian dipetakan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Kecamatan Salang terbagi kedalam 2 (dua) zona, yaitu zona pesisir pantai dan zona pegunungan. Pada zona pesisir pantai didapatkan tingkat kedalaman tanah keras terendah berada pada kedalaman 1,60 meter dengan nilai qc sebesar 110 kg/cm² di Desa Tamon Jaya pada titik sondir nomor 1 (satu) dan kedalaman tanah keras tertinggi berada pada kedalaman 3,80 meter dengan nilai qc sebesar 115 kg/cm² di Desa Lalla Bahagia pada titik sondir nomor 2 (dua) memenuhi syarat untuk pondasi dangkal dan mengandung tanah berjenis pasir. Pada zona pegunungan didapatkan tingkat kedalaman tanah keras terendah berada pada kedalaman 7,20 meter dengan nilai qc sebesar 112 kg/cm² di Desa Padang Unoi pada titik sondir nomor 1 (satu) dan kedalaman tanah keras tertinggi berada pada kedalaman 8,60 meter dengan nilai qc sebesar 100 kg/cm² di Desa Jaya Baru pada titik sondir nomor 2 (dua) memenuhi syarat untuk pondasi dalam dan mengandung tanah yang didominasi oleh tanah berjenis lempung. Hasil pemetaan tingkat kedalaman tanah keras ditandai dengan perbedaan warna. Warna hijau muda menunjukkan zona pesisir pantai dan warna hijau muda menunjukkan zona pegunungan.

Kata kunci: Nilai konus; uji *cone penetration test*; ArcGIS versi 10.5.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Simeulue merupakan salah satu Kabupaten di Aceh, Indonesia. Letak Kabupaten Simeulue kurang lebih 150 km dari lepas pantai barat Aceh dan merupakan pemekaran dari Kabupaten Aceh Barat sejak tahun 1999. Sejak saat itu Pemerintah Kabupaten Simeulue berusaha untuk mewujudkan perkembangan dalam bidang pembangunan sarana dan prasarana seperti pembangunan drainase, jembatan, jalan raya, perumahan, perkantoran, perhotelan dan sarana-sarana lainnya di Kabupaten Simeulue.

Pembangunan ini bukan hanya bertitik tolak pada pembangunan yang dilakukan oleh pihak pemerintah tetapi juga pihak-pihak swasta yang turut serta berpartisipasi dalam mewujudkan pembangunan daerah yang salah satunya pada Kecamatan Salang.

Kecamatan Salang merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Luas Kecamatan Salang yaitu mencapai 198.96 km². Adapun batas-batas kecamatan adalah sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Alafan dan Kecamatan Simeulue Barat, sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Hindia, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Simeulue Tengah dan sebelah barat berbatasan dengan Samudera Hindia.

Sebelum melaksanakan suatu pembangunan konstruksi hal yang wajib diperhatikan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah). Pondasi merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam suatu pekerjaan teknik sipil karena pondasi berfungsi memikul dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya. Pondasi ini akan menyalurkan tegangan-tegangan yang terjadi pada beban struktur atas kedalam lapisan tanah yang keras. Pemilihan jenis pondasi tergantung kepada jenis struktur atas apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga tergantung pada jenis tanahnya. Untuk mengetahui jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah pada suatu daerah tertentu harus dilakukan uji Cone Penetration Test (CPT).

Cone Penetration Test (CPT) digunakan untuk mengetahui kekuatan suatu tanah pada kedalaman tertentu sehingga dapat diketahui bahwa dari berbagai lapisan tanah memiliki kekuatan yang berbeda. Setelah hasil data Cone Penetration Test didapatkan, langkah berikutnya memetakan nilai konus tersebut menggunakan program pemetaan ArcGIS. ArcGIS merupakan salah satu software yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science Research Institute) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam software Geographic Information System (GIS) yang berbeda.

Pada penelitian ini penulis akan memperkirakan tingkat kedalaman tanah keras dan kemudian memetakannya. Adapun dilakukan penelitian ini pada Kecamatan Salang karena belum adanya peta tingkat kedalaman tanah keras, maka diperlukan data uji Cone Penetration Test untuk kemudian hasil tersebut dipetakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kedalaman tanah keras dengan menggunakan data Cone Penetration Test, serta untuk memetakan kedalaman tanah keras arah x di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh menggunakan program ArcGIS versi 10.5. Manfaat dari penelitian ini diantaranya agar mempermudah pihak-pihak terkait untuk membaca kedalaman tanah keras melalui produk yang dihasilkan berupa peta dan diharapkan dapat memberikan informasi awal mengenai tingkat kedalaman tanah keras kepada pihak-pihak yang membutuhkan.

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh menggunakan data sekunder dan data primer. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara uji langsung di lapangan pada lokasi tinjauan sebanyak 4 (empat) titik untuk 2 (dua) lokasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga sebanyak 6 (enam) titik untuk 3 (tiga) lokasi.

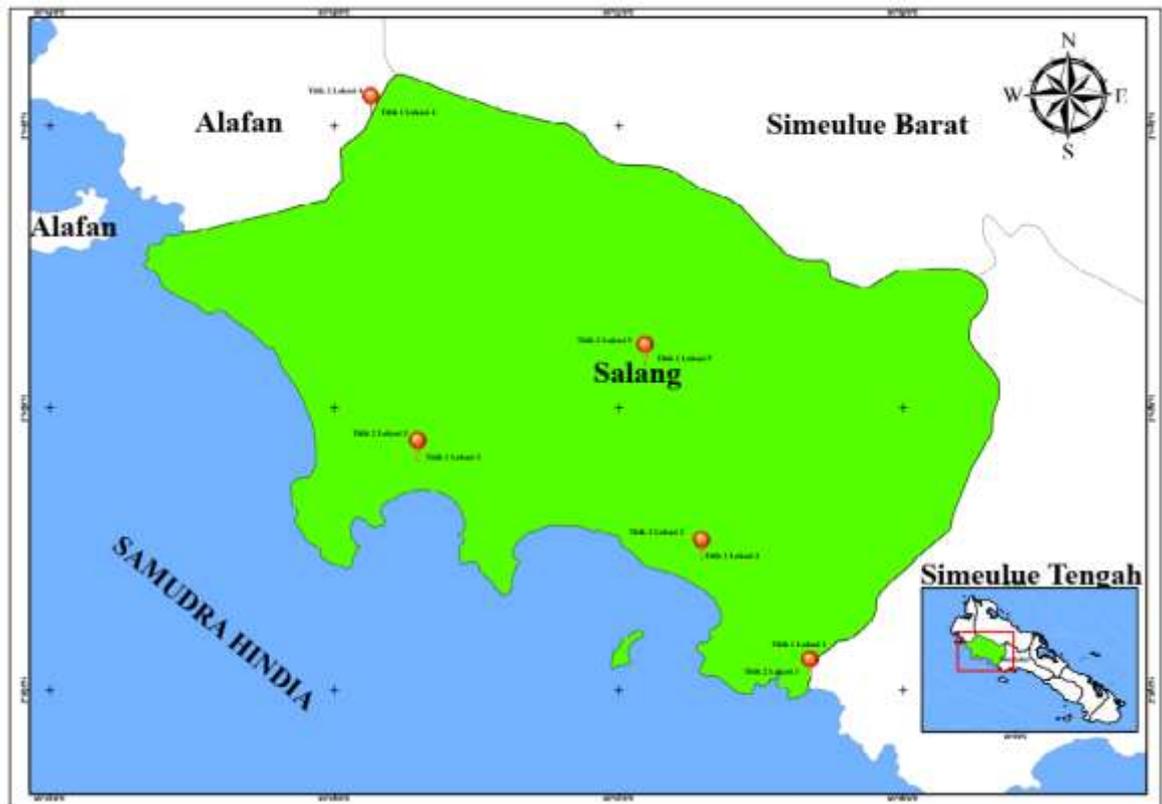
Berdasarkan data uji Cone Penetration Test sekunder dan primer yang telah didapatkan dan dihitung, hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa Kecamatan Salang terbagi ke dalam 2 (dua) zona, yaitu zona pesisir pantai dan zona pegunungan. Untuk kedalaman tanah keras zona pesisir pantai mencapai 1,60 meter dengan nilai qc sebesar 110

kg/cm² sampai dengan 3,80 meter dengan nilai qc sebesar 115 kg/cm² terletak di titik sondir 1 (satu) dan titik sondir 2 (dua) pada lokasi 1 (satu) objek jembatan di Desa Bunga. Titik sondir 1 (satu) dan titik sondir 2 (dua) pada lokasi 2 (dua) objek jembatan di Desa Lalla Bahagia. Titik sondir 1 (satu) dan titik sondir 2 (dua) pada lokasi 3 (tiga) objek jembatan di Desa Tamon Jaya, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Pada zona pesisir pantai memenuhi syarat untuk pondasi dangkal dan mengandung tanah berjenis pasir.

Adapun untuk kedalaman tanah keras zona pegunungan mencapai 7,20 dengan nilai qc sebesar 112 kg/cm² sampai dengan 8,60 meter dengan nilai qc sebesar 100 kg/cm² terletak di titik sondir 1 (satu) dan titik sondir 2 (dua) pada lokasi 4 (empat) objek jembatan di Desa Padang Unoi. Titik sondir 1 (satu) dan titik sondir 2 (dua) pada lokasi 5 (lima) objek bangunan gedung di Desa Jaya Baru, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Pada zona pegunungan memenuhi syarat untuk pondasi dalam dan mengandung tanah yang didominasi oleh tanah berjenis lempung.

II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi tinjauan pada penelitian ini adalah Desa Bunga, Desa Lalla Bahagia, Desa Tamon Jaya, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh yang termasuk ke dalam zona pesisir pantai dan Desa Jaya Baru, Desa Padang Unoi, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh yang termasuk ke dalam zona pegunungan. Adapun jumlah titik yang ditinjau sebanyak 10 (sepuluh) titik untuk 5 (lima) lokasi. Peta Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Lokasi Penelitian [1].

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data primer yang dilakukan sebanyak 4 (empat) titik yaitu pada Desa Lalla bahagia dan Desa Tamon Jaya, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga sebanyak 6 (enam) titik yaitu pada Desa Bunga, Desa Jaya Baru dan Desa Padang Unoi, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Data primer adalah sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama, sedangkan data sekunder adalah sumber data yang diperoleh dari pihak kedua.

3.2 Cone Penetration Test (CPT)

Cone Penetration Test diaplikasikan untuk mendapatkan nilai besarnya perlawanan tanah pada konus. *Cone Penetration Test* atau dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis banyak digunakan di Indonesia. Alat kerucut penetrometer (*Cone Penetration Test*) adalah sebuah alat yang ujungnya berbentuk kerucut dengan sudut 60° dan dengan luasan ujung 10 cm². Alat ini digunakan dengan cara ditekan ke dalam tanah terus menerus dengan kecepatan tetap 20 mm/detik, sementara itu besarnya perlawanan tanah terhadap kerucut penetrasi (q_c) juga terus menerus diukur. Dari alat penetrometer yang lazim dipakai, sebagian besar mempunyai selubung geser (*biconus*) yang dapat bergerak mengikuti kerucut penetrometer. Salah satu keuntungan utama dari alat ini ialah bahwa tidak perlu diadakan pemboran tanah untuk penyelidikan tanah. Alat uji yang digunakan antara lain:

1. Alat sondir yang digunakan kapasitas 2,5 ton.
2. Pipa sondir lengkap dengan batang dalam.
3. Manometer dengan kapasitas sesuai dengan sondir ringan yaitu 0 - 250 kg/cm².
4. Alat biconus.
5. Angker dengan perlengkapannya.

Pengujian ini merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah [2, 3]. Pada uji sondir, terjadi perubahan yang kompleks dari tegangan tanah saat penetrasi sehingga hal ini mempersulit interpretasi secara teoritis. Dengan demikian meskipun secara teoritis interpretasi hasil uji sondir telah ada, dalam prakteknya uji sondir tetap bersifat empiris (Rahardjo, 2008).

Parameter sifat – sifat tanah yang diperoleh cara pendekatan menggunakan Cone Penetration Test pada tanah asli *undisturbed* di lokasi proyek. Lain halnya sampel tanah dari boring jelas sudah terganggu (*disturbed*). Nilai *effective friction angle* cara pendekatan menggunakan *cone resistance* q_c Cone Penetration Test dan cara data sampel tanah dengan boring terdapat perbedaan yang tidak begitu signifikan. Selisih perbedaan sebesar 4.2% untuk nilai *effective friction angle* (ϕ). Metode untuk mencari parameter sifat – sifat tanah pada penelitian ini dapat diperoleh dengan cepat dan mudah hanya berdasarkan nilai *cone penetration* q_c dari uji *Cone Penetration Test* (CPT). Berarti parameter sifat – sifat tanah dimungkinkan untuk diperoleh dengan cara ini untuk setiap titik uji *Cone Penetration Test* (CPT) dan disetiap strata tanah.

Cone Penetration Test (CPT) adalah peralatan yang tepat untuk digunakan selama

pembangunan untuk memutuskan jika galian pondasi sudah selesai dan terdapat keraguan sifat – sifat tanah yang tidak diperoleh saat penyelidikan awal rencana. Spesifikasi pembangunan seharusnya mengizinkan insinyur menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT) atau peralatan test lainnya untuk mengatasi masalah yang ada.

Nilai yang penting diukur dari uji sondir adalah hambatan ujung konus (qc). Besarnya nilai ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Pada tanah pasiran, hambatan ujung jauh lebih besar dari tanah berbutir halus. Schmertman, (1978) dalam Rahardjo, (2008) memberikan petunjuk untuk menginterpretasi data sondir untuk keperluan klasifikasi dan kondisi tanah. Pada umumnya tanah lempung mempunyai hambatan konus yang kecil akibat rendahnya kuat geser dan pengaruh tekanan air pori saat penetrasi. Dalam praktek umumnya sondir memberikan informasi pelengkap disamping uji lapangan yang lain. Umumnya pengujian dilakukan hingga kapasitas alat (200 kg/cm^2 untuk sondir ringan dan $750 - 800 \text{ kg/cm}^2$ untuk sondir berat).

Nilai fs dapat menggambarkan klasifikasi tanah. Selain itu rasio fs dan qc yang dikenal dengan nama rasio gesekan (Rf) digunakan untuk membedakan tanah berbutir halus dan berbutir kasar. Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah berbutir kasar mempunyai nilai Rf yang kecil ($<2\%$), sementara untuk tanah berbutir halus (lanau dan lempung) nilai Rf lebih tinggi.

Alat sondir memberikan tekanan konus dengan atau tanpa hambatan pelekat yang dapat dikorelasikan pada parameter tanah seperti *undrained shear strength*, kompresibilitas tanah dan dapat memperkirakan jenis lapisan tanah. Data CPT dapat digunakan untuk merancang pondasi dangkal dan pondasi dalam. Data dapat digunakan untuk menguatkan metode – metode pengujian lain dan dapat digunakan untuk memperkirakan klasifikasi tanah

Friction Ratio merupakan rasio perbandingan dari nilai tahanan selimut dengan nilai penetrasi konus. Rasio gesekan (fs/qc) dapat untuk memperkirakan jenis tanah yang diselidiki. Harga *friction ratio* $< 1\%$ biasanya adalah untuk tanah pasir. Harga *friction ratio* $> 1\%$ biasanya adalah untuk tanah lempung. Harga *friction ratio* $> 5\%$ atau 6% untuk jenis tanah organik. Pada percobaan sondir, rumus yang digunakan ialah sebagai berikut:

$$\varphi = (C + F) - C \quad (1)$$

$$qc = C \quad (2)$$

$$fs = \varphi \times \frac{10}{100} \times \frac{15}{100} \quad (3)$$

$$Rf = \frac{fs}{qc} \times 100\% \quad (4)$$

dimana φ ialah selisih bacaan pertama dan kedua dial sondir (kg/cm^2). qc ialah tahanan konus (kg/cm^2). C ialah pembacaan pertama dial sondir (kg/cm^2). $(C + F)$ ialah pembacaan kedua *dial* sondir (kg/cm^2). fs ialah tahanan selimut (kg/cm^2). Rf ialah rasio gesekan %. Tabel 1 menunjukkan hubungan nilai tahanan konus terhadap konsistensi tanah.

3.3 Pemetaan Nilai Konus

Tingkat kekerasan tanah yang diperoleh dari hasil investigasi kekuatan tanah akan diaplikasikan menjadi peta digital dengan program ArcGIS versi 10.5, yang berisikan

kedalaman tanah keras yang dipergunakan sebagai informasi tentang tingkat kekerasan tanah di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. ArcGIS adalah salah satu *software* yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science Research Institute) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam *software* Geographic Information System (GIS) yang berbeda seperti GIS desktop, server, dan GIS berbasis web. Salah satu produk utama ArcGIS adalah ArcDesktop. ArcDesktop sendiri terbagi atas lima aplikasi yaitu ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe, dan ArcScene [4].

Tabel 1: Hubungan Nilai Tahanan Konus Terhadap Konsistensi Tanah.

Tahanan konus/ qc (kg/cm ²)	Konsistensi
<5	Very Soft
5-10	Soft
10-20	Firm
20-40	Chewy
40-80	Very Chewy
80-150	Hard
>150	Very Hard

[4], Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System disingkat GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan) atau dalam arti yang lebih sempit adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi yang memiliki referensi geografis.

[4], menyatakan teknologi sistem informasi geografis dapat digunakan untuk investigasi ilmiah, pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, kartografi dan perencanaan rute. Misalnya, GIS bisa membantu perencana secara cepat menghitung waktu tanggap darurat saat terjadi bencana alam, atau SIG dapat digunakan untuk mencari lahan basah (*wetlands*) yang membutuhkan perlindungan dari polusi.

[4] mengatakan secara garis besar GIS terdiri dari 5 komponen yang saling berkaitan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Komponen-komponen tersebut haruslah tersedia kalau kita ingin membangun GIS. Kelima komponen tersebut adalah *hardware*, *software*, data, sumber daya manusia, dan metode atau prosedur.

Adapun langkah-langkah pemetaan tingkat kekerasan tanah dengan program ArcGis versi 10.5 adalah sebagai berikut:

1. Sebagai langkah awal dalam memproduksi data spasial dalam format digital, peta-peta analog (berupa *print out* atau cetakan) di-scan ke dalam format yang dapat dikenali oleh ArcGIS. ArcGIS dapat mengenali hampir seluruh format gambar digital yang umum digunakan seperti JPG, TIF, BMP, GIF, dan Img.
2. Data yang sudah direktifikasi selanjutnya dapat ditumpang susunkan (*overlay*) dengan beberapa data lain yang sudah terktifikasi lebih dulu seperti data *raster/image* (foto udara, citra satelit atau peta scan dengan data spasial) di dalam GIS dengan menggunakan fungsi *toolbar Georeferencing*.
3. Setelah Shapefile dibuat, selanjutnya buka kembali aplikasi ArcMap kemudian tambahkan shapefile-shapefile yang telah dibuat sebelumnya yang akan didigitasi menggunakan tombol *add data* dan masukkan seluruh data secara sekaligus.

4. Menambahkan nama lokasi yang ditinjau pada *tab* Open Attribute Table.
5. Melakukan interpolasi data dengan me-klik *toolbar* ArcToolbox lalu pilih *interpolation*, dan *spline*. Lalu pilih data tabel *diinputpointfeatures* dan data yang akan kita interpolasi di *ZValuefield* kemudian pilih environment kemudian Output Coordinat dan pilih data shapefile yang telah dibuat.
6. Mengatur warna dan *class* peta dengan cara pilih *tab properties*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kedalaman tanah dan ketahanan konus

Kedalaman tanah pada lokasi yang ditinjau dapat diketahui berdasarkan data pengujian Cone Penetration Test untuk 10 (sepuluh) titik pada 5 (lima) lokasi yang tersebar di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Hasil yang didapatkan dari data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga sebanyak 6 (enam) titik pada 3 (tiga) lokasi dan dari data primer yang diperoleh dari hasil pengujian langsung di lapangan sebanyak 4 (empat) titik pada 2 (dua) lokasi Tabel 2 dan 3.

Hasil dari pengujian *Cone Penetration Test* berdasarkan data sekunder dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan nilai kedalaman tanah dan ketahanan konus. Desa Bunga merupakan zona pesisir pantai memiliki kedalaman tanah keras pada titik sondir 1 (satu) berada pada kedalaman 3,00 - 4,80 m dengan nilai q_c sebesar 105 – 187 kg/cm², sedangkan kedalaman tanah keras pada titik sondir 2 (dua) berada pada kedalaman 3,20 - 4,80 m dengan nilai q_c sebesar 100 – 195 kg/cm². Adapun pada Desa Jaya Baru yang merupakan zona pegunungan memiliki kedalaman tanah keras pada titik sondir 1 (satu) berada pada kedalaman 8,00 - 9,00 m dengan nilai q_c sebesar 105 – 185 kg/cm², sedangkan kedalaman tanah keras pada titik sondir 2 (dua) berada pada kedalaman 8,60 - 9,60 m dengan nilai q_c sebesar 100 – 181 kg/cm². Selanjutnya pada Desa Padang Unoi yang merupakan zona pegunungan memiliki kedalaman tanah keras pada titik sondir 1 (satu) berada pada kedalaman 7,20 - 8,20 m dengan nilai q_c sebesar 112 – 185 kg/cm², sedangkan kedalaman tanah keras pada titik sondir 2 (dua) berada pada kedalaman 7,20 - 8,60 m dengan nilai q_c sebesar 104 – 185 kg/cm².

Tabel 2: Hasil Perhitungan Kedalaman Tanah Keras dan Nilai Konus Berdasarkan Data Sekunder.

No	Lokasi	Zona	Nomor Titik Sondir	Kedalaman Tanah Keras (m)	Nilai q_c (kg/cm ²)
1	Desa Bunga	Pesisir Pantai	1	3 - 4,8	105 - 187
			2	3,2 - 4,8	100 - 195
2	Desa Jaya Baru	Pegunungan	1	8-9	105 - 185
			2	8,6-9,6	100-181
3	Desa Padang Unoi	Pesisir Pantai	1	7,2-8,2	112-185
			2	7,2-8,6	104-185

Sedangkan hasil pengukuran secara langsung atau data primer dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa Desa Lalla Bahagia yang merupakan zona pesisir pantai memiliki kedalaman tanah keras pada titik sondir 1 (satu) berada pada

kedalaman 3,60 meter - 4,40 meter dengan nilai qc sebesar $125 \text{ kg/cm}^2 - 190 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan kedalaman tanah keras pada titik sondir 2 (dua) berada pada kedalaman 3,80 meter - 4,60 meter dengan nilai qc sebesar $115 \text{ kg/cm}^2 - 185 \text{ kg/cm}^2$. Adapun pada Desa Tamon Jaya yang juga merupakan zona pesisir pantai memiliki kedalaman tanah keras pada titik sondir 1 (satu) berada pada kedalaman 1,60 meter - 3,40 meter dengan nilai qc sebesar $110 \text{ kg/cm}^2 - 195 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan kedalaman tanah keras pada titik sondir 2 (dua) berada pada kedalaman 2,20 meter - 3,00 meter dengan nilai qc sebesar $100 \text{ kg/cm}^2 - 187 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 3: Hasil Perhitungan Kedalaman Tanah Keras dan Nilai Konus Berdasarkan Data Primer.

No	Lokasi	Zona	Nomor Titik Sondir	Kedalaman Tanah Keras (m)	Nilai qc (kg/cm^2)
1	Desa Lalla Bahagia Kecamatan Salang Kabupaten Simeulue Provinsi Aceh	Pesisir Pantai	1	3,6-4,4	125-190
	2		3,8-4,6	115-185	
2	Desa Tamon Jaya Kecamatan Salang Kabupaten Simeulue Provinsi Aceh	Pesisir Pantai	1	1,6-3,4	110-195
	2		2,2-3	100-187	

4.2 Pemetaan kedalaman tanah keras

Data nilai konus yang didapatkan dari uji *Cone Penetration Test* kemudian dilakukan pemetaan dengan menggunakan program ArcGIS versi 10.5. *Output* yang dihasilkan berupa peta kedalaman tanah keras di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Kecamatan Salang terbagi dalam 2 (dua) zona yaitu zona pesisir pantai dan zona pegunungan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Warna hijau muda dan warna hijau tua pada peta dapat membedakan tingkat kedalaman tanah keras berada pada kedalaman tertentu di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. Warna biru muda menunjukkan area tersebut merupakan area laut lepas. Titik bulat berwarna hitam menunjukkan titik uji sondir atau *Cone Penetration Test*. Garis *strip* menunjukkan batas-batas kecamatan pada Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh.

Pengaplikasian peta tingkat kedalaman tanah keras dilakukan hanya dengan menentukan kedalaman tanah uji sondir dan titik koordinat lokasi yang akan di tinjau. Sehingga akan langsung diketahui tingkat kedalaman tanah keras hanya dengan melihat warna yang ada pada peta tersebut. Adapun manfaat warna yang ada pada peta tingkat kedalaman tanah keras adalah untuk dapat menentukan tingkat kedalaman tanah keras yang sudah ditinjau dan akan memudahkan bagi perencana konstruksi pada perencanaan pondasi suatu bangunan.

Pada zona pesisir pantai dengan adanya peta tingkat kedalaman tanah keras di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh, dapat diketahui kedalaman tanah 1,60 meter sampai dengan 3,80 meter memenuhi syarat untuk pondasi dangkal dan mengandung tanah berjenis pasir. Pondasi yang direncanakan pada tanah pasir pada umumnya terjadi penurunan yang tidak merata, maka uji *Cone Penetration Test* dan sejenisnya yang berkaitan dengan daya tahan tanah keras sangat dibutuhkan. Bagi perencana

konstruksi yang akan merencanakan pondasi suatu bangunan maka pondasi menerus, pondasi tapak, pondasi sumuran dan pondasi mini pile merupakan pondasi yang sesuai dengan kedalaman tanah keras yang ada pada zona pesisir pantai.



Gambar 2: Peta Rentang Kedalaman Tanah Keras.

Pada zona pegunungan dengan adanya peta tingkat kedalaman tanah keras di Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh, dapat diketahui kedalaman tanah 7,20 meter sampai dengan 8,60 meter memenuhi syarat untuk pondasi dalam dan mengandung tanah yang didominasi oleh tanah berjenis lempung. Pondasi yang direncanakan pada tanah lempung sangat sulit untuk dibangun. Sebab jenis tanah lempung menyatu dengan air hingga tanah dengan mudah menjadi jenuh air. Pondasi dalam sangat disarankan agar tanah tidak mudah terpengaruhi dengan iklim dan kondisi lingkungan sekitar. Bagi perencana konstruksi yang akan merencanakan pondasi suatu bangunan maka pondasi tiang pancang dan pondasi *bored pile* merupakan pondasi yang sesuai dengan kedalaman tanah keras yang ada pada zona pegunungan.

V. KESIMPULAN

Desa Bunga, Desa Lalla Bahagia dan Desa Tamon, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh, yang termasuk dalam zona pesisir pantai berdasarkan data sondir didapatkan kedalaman tanah keras berada pada kedalaman 1,60 meter dengan nilai qc sebesar 110 kg/cm^2 sampai dengan 3,80 meter dengan nilai qc sebesar 115 kg/cm^2 . Desa Jaya Baru dan Desa Padang Unoi, Kecamatan Salang, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh, yang termasuk dalam zona pegunungan berdasarkan data sondir didapatkan kedalaman tanah keras berada pada kedalaman 7,20 meter dengan nilai qc sebesar 112 kg/cm^2 sampai dengan 8,60 meter dengan nilai qc sebesar 100 kg/cm^2 .

Berdasarkan data sondir, pada zona pesisir pantai diperoleh kedalaman tanah keras yang memenuhi syarat untuk pondasi dangkal seperti pondasi menerus, pondasi tapak, pondasi sumuran, pondasi *mini pile* dan mengandung tanah berjenis pasir. Pada zona pegunungan diperoleh Jurnal Teknik Sipil, Vol. 7, No. 2, (2017) 66 dari 66 kedalaman tanah keras yang memenuhi syarat untuk pondasi dalam seperti pondasi tiang pancang, pondasi *bored pile* dan mengandung tanah yang didominasi oleh tanah berjenis lempung.

DAFTAR PUSTAKA

- "Peta Provinsi Aceh", Diakses pada: Juni. 4, 2018. [Online]. Tersedia di: <http://peta-kota.blogspot.co.id/2016/12/peta-provinsi-acehhd.html>.
- H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2006.
- H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah II*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007.
- Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis Tingkat Lanjut*, Yayasan Pelagis, Aceh, 2011.