



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN

TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Kajian-kajian yang berkaitan dengan penyediaan informasi spasial karakteristik tanah sudah pernah dilakukan di berbagai daerah di Indonesia, antara lain pemetaan konsistensi tanah dan sistem informasi daya dukung tanah. Eriyanto, dkk (2017) melakukan penelitian tentang pemetaan konsistensi tanah berdasarkan nilai N-SPT di Kota Pontianak. Penelitian ini dilakukan untuk menggambarkan keadaan konsistensi tanah tiap-tiap kedalaman. Data yang digunakan adalah data sekunder dari pekerjaan penyelidikan tanah menggunakan metode SPT. Hasil pemetaan konsistensi tanah berdasarkan N-SPT diplot pada potongan konsistensi tanah vertikal. Dengan demikian dapat diketahui distribusi spasial dan vertikal keadaan tanah pada kota Pontianak. Keadaan tanah sangat lunak (*very soft*) di wilayah Pontianak selatan dan Pontianak tenggara lebih dalam dibanding dengan keadaan tanah sangat lunak (*very soft*) di wilayah Pontianak Barat. Untuk mendapatkan konsistensi tanah keras (*hard*) di wilayah Pontianak Selatan dan Pontianak Tenggara perlu mencapai kedalaman >26 meter sedangkan pada wilayah Pontianak Barat dan Pontianak Kota perlu mencapai kedalaman >30 meter. Hal ini menjelaskan bahwa keadaan struktur tanah di Kota Pontianak termasuk ke dalam wilayah *penepilant* dan sedimen aluvial yang secara fisik merupakan jenis tanah liat. Jenis tanah ini berupa gambut bekas endapan lumpur Sungai Kapuas. Keadaan ini sangat labil dan mempunyai daya dukung tanah yang rendah. Perlu mencapai kedalaman tertentu untuk mendapatkan kondisi tanah yang mempunyai daya dukung tanah yang kuat, karena jenis tanah di Kota Pontianak terdiri dari jenis tanah organosol, gley, humus dan aluvial dengan karakteristik masing-masing berbeda satu dengan yang lainnya. Pada wilayah tanah yang bergambut ketebalan gambut dapat mencapai 1 – 6 meter, sehingga menyebabkan daya dukung tanah yang kurang baik apabila diperuntukkan untuk mendirikan bangunan besar.

Penelitian tentang sistem informasi geografis kepadatan tanah berdasarkan nilai tahanan ujung konus (*qc*) dilakukan oleh Surakhmad (2017) di Kabupaten

Sukoharjo. Pemetaan ini dilakukan untuk mendapatkan informasi seluruh lapis kepadatan tanah di Kabupaten Sukoharjo berdasarkan nilai tahanan ujung konus (qc) dari data hasil CPT Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret tahun 2004-2016. Jumlah data yang teridentifikasi dan dianalisis sebanyak 90 proyek dengan penyebaran terbanyak berada di Kecamatan Grogol, Kartasura dan Sukoharjo. Data-data tersebut dipetakan ke dalam peta digital rupa bumi Indonesia dari Badan Informasi Geospasial tahun 2002 menggunakan sistem informasi geografis. Hasil pemetaan menunjukkan kepadatan tanah di Kabupaten Sukoharjo bagian tengah kurang baik dengan dominasi kedalaman tanah sangat padat (*very dense*) lebih dari 20 m. Wilayah ini meliputi seluruh Kecamatan Sukoharjo dan sebagian Kecamatan Bendosari dan Grogol. Kepadatan tanah cukup baik tersebar di beberapa wilayah Kabupaten Sukoharjo bagian pinggir dengan kedalaman tanah sangat padat (*very dense*) kurang dari 8 m. Wilayah ini meliputi seluruh Kecamatan Kartasura dan Mojolaban serta sebagian Kecamatan Grogol dan kecamatan-kecamatan yang lain. Perbandingan kedalaman lapis kepadatan tanah hasil CPT lapangan dengan analisis pemetaan sistem informasi geografis pada beberapa titik pengamatan menunjukkan hasil yang hampir sama. Berdasarkan hasil analisis, disimpulkan bahwa pemetaan dengan sistem informasi geografis lapis kepadatan tanah menggunakan data CPT hanya dapat digunakan sebagai informasi tambahan dalam perencanaan dan desain infrastruktur dengan tidak menghilangkan pengujian tanah secara langsung.

Penelitian tentang pemetaan konsistensi tanah berdasarkan data sondir dilakukan oleh A'an, dkk (2016) di Kota Pontianak. Penelitian tersebut menyajikan hasil analisa data sondir untuk mengetahui kondisi tanah di Kota Pontianak, kemudian mendeskripsikan penyebaran konsistensi tanah yang ada di Kota Pontianak. Berdasarkan data yang diperoleh, akan dipetakan konsistensi tanah yang diwakili oleh parameter – parameter yang di dapat dari data sondir. Secara umum, konsistensi tanah di Kota Pontianak menunjukkan bahwa pada kedalaman 0 – 14 meter terdapat tanah sangat lunak dan pada kedalaman 14 – 20 meter berkonsistensi tanah lunak.

Achmad (2012) melakukan penelitian tentang pemetaan kapasitas dukung tanah berdasarkan data sondir di Kota Gorontalo. Penelitian tersebut bertujuan untuk memetakan kapasitas dukung tanah berdasarkan data sondir agar pihak perencana, pelaksana maupun instansi teknis dapat mengetahui seberapa besar kemampuan tanah dalam mendukung beban bangunan. Pemetaan kapasitas dukung tanah dapat memberikan informasi awal kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pembangunan di Kota Gorontalo. Target khususnya adalah peta hasil penelitian dapat digunakan oleh pemerintah daerah sebagai acuan pembangunan gedung di Kota Gorontalo. Untuk mencapai target tersebut, langkah nyata yang akan dilakukan adalah melakukan penyelidikan tanah di setiap kecamatan di Kota Gorontalo dengan terlebih dahulu mengkategorikan kondisi tanah yang memiliki kesamaan dengan lokasi lainnya.

Yanto (2012) melakukan penelitian untuk menyiapkan sistem informasi berbasis data CPT mengenai kedalaman tanah keras di seluruh wilayah kota Surakarta. Penelitian dilakukan dengan cara mengkompilasi seluruh data CPT yang ada, menganalisis, membuat rancangan pada peta, serta membuat profil tanah dari 132 lokasi di wilayah Surakarta menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 9.2*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kedalaman tanah keras q_c 250 kg/cm² di kota Surakarta yang paling dominan sedalam 3-5 meter dari permukaan tanah. Evaluasi perbandingan kedalaman tanah keras sondir lapangan dengan GIS pada beberapa titik pengamatan menunjukkan hasil yang hampir sesuai antara prediksi sistem informasi geografis dengan hasil pengujian di lapangan. Disimpulkan bahwa sistem informasi geografis berbasis data CPT dengan menggunakan *software ArcGIS 9.2* mampu berfungsi sebagai identifikasi pendahuluan dari suatu pekerjaan/proyek dan data penunjang.

2.2 Landasan Teori

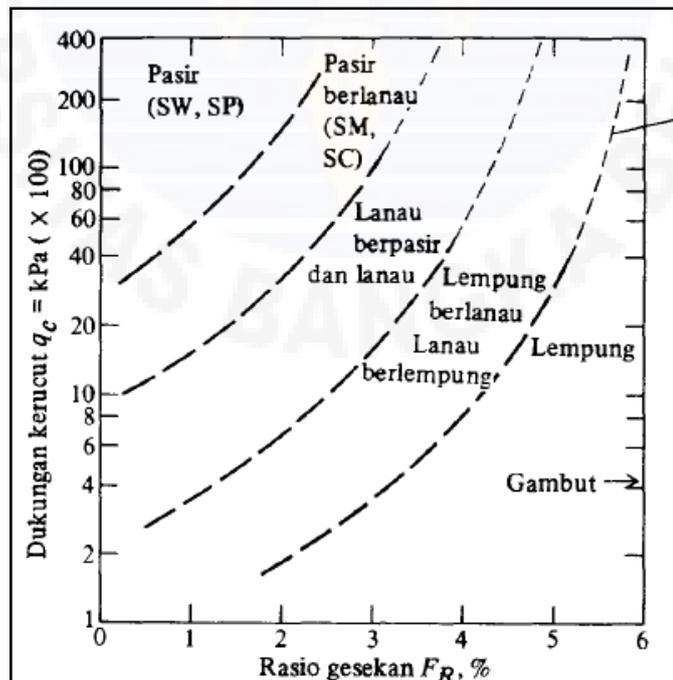
2.2.1 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem

klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci.

Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Walaupun saat ini terdapat berbagai sistem klasifikasi tanah, tetapi tidak ada satupun dari sistem-sistem tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan oleh sifat-sifat tanah yang sangat bervariasi (Braja M Das, 1995).

Jenis lapisan tanah dapat di tentukan dengan uji CPT, akan tetapi karena uji CPT tidak mengeluarkan tanah saat pengujian, maka jenis tanah tidak dapat diketahui dengan pasti. Untuk mengetahui jenis tanah dapat dilakukan pengambilan sampel pengeboran tanah. Robertson dan Campanella (1983) mengusulkan hubungan tahanan konus (q_c) dengan rasio gesekan (F_R) berdasarkan grafik pada Gambar 2.1. dengan klasifikasi tanah berupa pasir, pasir berlanau, lanau berpasir dan lanau, lempung berlanau, lempung, dan gambut yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Sumber: Bowles, 1997

Gambar II.1 Klasifikasi tanah berdasarkan data sondir

2.2.2 Konsistensi Tanah

Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi (Hardiyatmo, 2012). Konsistensi tanah dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah tersebut sehingga tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat tergantung pada kadar airnya.

Konsistensi tanah dalam Sartohadi (2013) adalah sifat fisika tanah yang menggambarkan kuat lemahnya gaya kohesi dan adhesi antar partikel penyusun tanah. Konsistensi menurut Terzaghi (2013) dalam Sartohadi (2013) menggambarkan mudah tidaknya tanah hancur oleh karena suatu tekanan atau beban. Struktur tanah menggambarkan bentuk, ukuran, dan kuat lemahnya agrerat tanah dalam kondisi alami, sementara konsistensi menggambarkan kondisi alami yang dipunyai oleh partikel tanah dalam menerima beban dan tekanan. Hubungan antara konsistensi tanah terhadap tahanan konus (qc) dan *undrained cohesion* adalah sebanding dimana semakin tinggi nilai c dan qc maka semakin keras tanah tersebut, seperti yang terlihat dalam Tabel 2.1.

Hubungan antara tahanan konus (qc) terhadap konsistensi tanah dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2. Berdasarkan kedua tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai qc , maka konsistensi tanah semakin baik. Pada Tabel 2.1, tanah keras berada pada $qc > 40$ Kg/cm² dan tanah lunak berada pada $qc < 2,5$ Kg/cm², sedangkan pada Tabel 2.2 tanah keras berada pada $qc > 200$ Kg/cm² dan tanah lunak berada pada $qc < 20$ Kg/cm².

2.2.3 Uji Penetrasi Kerucut (CPT)

Uji penetrasi kerucut atau uji sondir banyak digunakan di Indonesia. Penyondiran adalah suatu proses memasukkan alat sondir secara tegak lurus kedalam tanah untuk mengetahui besarnya perlawanan penetrasi tanah terhadap kedalaman lapisan tanah yang ditembus alat sondir tersebut. Alat sondir adalah suatu alat yang berbentuk silinder dengan ujungnya berupa konus. Pada pengujian ini, alat sondir ditekan ke dalam tanah untuk mengukur perlawanan tanah pada ujung sondir (tahanan ujung) dan gesekan selimut sondir (hambatan lekat). Rasio antara tahanan konus (qc) dan rasio gesekan (F_R) dapat dipergunakan untuk

menentukan jenis lapisan tanah dengan bantuan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Berdasarkan SNI 2827:2008, nilai rasio gesekan (F_R) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F_R = (f_s/q_c) \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

F_R = Rasio Gesekan (%)

f_s = Tahanan Gesek (Kg/cm^2)

q_c = Tahanan Konus (Kg/cm^2)

Pengujian CPT sangat berguna untuk memperoleh nilai variasi kepadatan tanah pasir yang tidak padat. Pada tanah pasir yang padat dan tanah-tanah berkerikil dan berbatu, penggunaan alat sondir menjadi tidak efektif, karena mengalami kesulitan dalam menembus tanah.

Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau tahanan konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian, dapat di korelasikan secara langsung dengan kapasitas dukung tanah dan penurunan pada pondasi-pondasi dangkal dan pondasi tiang (Hardiyatmo, 2014). Ujung alat ini terdiri dari kerucut baja yang mempunyai sudut kemiringan 60° dan berdiameter 35,7 mm atau mempunyai luas tampang 10 cm^2 . Salah satu macam alat sondir dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mengukur tahanan ujung dan tahanan gesek dari selimut selinder mata sondirnya.

Cara menggunakan alat ini, dengan menekan pipa penekan dan mata sondir secara terpisah, melalui alat penekan mekanis atau dengan tangan yang memberikan gerakan di bawah. Kecepatan penetrasi alat sondir kira-kira 10 mm/detik, sementara pembacaan tahanan kerucut statis atau tahanan konus dilakukan dengan cara melihat arloji pengukur. Nilai q_c adalah besarnya tahanan kerucut dibagi dengan luas penampangnya (10 cm^2). Pembacaan arloji pengukur dilakukan pada tiap-tiap penetrasi sedalam 20 cm. Tahanan ujung serta tahanan gesek selimut alat sondir dicatat.

Data sondir dipakai untuk menetapkan kapasitas dukung yang diizinkan dan untuk merancang pondasi. Tabel 2.1 menunjukkan hubungan antara tahanan konus (q_c) terhadap konsistensi tanah untuk tanah lempung, sedangkan Tabel 2.2

menunjukkan hubungan antara tahanan konus (qc) terhadap konsistensi tanah untuk tanah pasir yang dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel II.1 Hubungan Nilai Tahanan Konus Terhadap Konsistensi Tanah

Konsistensi Tanah	Tekanan Konus (qc) (Kg/cm ²)	<i>Undrained Cohesion</i> (T/m ²)
<i>Very Soft</i>	<2.5	<1.25
<i>Soft</i>	2.5-5.0	1.25-2.5
<i>Medium Stiff</i>	5.0-10.0	2.5-5.0
<i>Stiff</i>	10.0-20.0	5.0-10.0
<i>Very Stiff</i>	20.0-40.0	10.0-20.0
<i>Hard</i>	>40.0	>20.0

Sumber: Bowles, 1988

Tabel II.2 Hubungan Kerapatan Relatif dan Sudut Gesek Dalam Tanah Pasir dan Penyelidikan di Lapangan

Kondisi	Kepadatan Relatif, D_r (%)	Nilai SPT (N)	Nilai Tahanan kerucut Statis (qc)(Kg/Cm ²)	Sudut Gesek Dalam (Φ)
Sangat tidak padat	<0.2	<4	<20	<30°
Tidak padat	0.2-0.4	4-10	20-40	30°-35°
Agak padat	0.4-0.6	10-30	40-120	35°-40°
Padat	0.6-0.8	30-50	120-200	40°-45°
Sangat padat	>0.8	>50	>200	>45°

Sumber: Hardiyatmo, 2002

2.2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) / *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi berbasis komputer, yang digunakan untuk memproses data spasial yang memiliki georeferensi (berupa detail, fakta, kondisi, dan sebagainya) yang disimpan dalam suatu basis data dan berhubungan dengan persoalan serta keadaan dunia nyata (*real world*) (Syam'ani, 2016). Manfaat SIG

secara umum memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis.

SIG merupakan suatu rancangan sistem informasi untuk mengerjakan data berunsur ruang atau koordinat geografis. Teknologi SIG menyatu dengan operasi *database* seperti pencarian data dan analisa statistik dan analisis geografis yang disajikan dalam bentuk peta. Kemampuan SIG yang unik ini membuatnya banyak digunakan secara luas misalnya untuk menjelaskan kejadian, memperkirakan hasil dan perencanaan strategis (Supriadi dan Nasution, 2007).

Secara sederhana SIG merupakan (Supriadi dan Nasution, 2007):

1. Alat berbasis komputer untuk pemetaan dan analisis tentang sesuatu yang terdapat dan peristiwa yang terjadi di bumi.
2. Seperangkat alat untuk mengumpulkan, menyimpan, memperbaiki, mengubah dan menampilkan data ruang permukaan bumi sebenarnya untuk tujuan tertentu.
3. Sistem berbasis komputer yang dilengkapi dengan empat kemampuan untuk menangani data keruangan, yaitu:
 - a) Memasukkan data
 - b) Menyimpan dan memperbaiki data
 - c) Memanipulasi dan analisis
 - d) Menghasilkan data

ArcGis adalah sebuah *suite* yang terdiri dari sekelompok sistem informasi geografis perangkat lunak produk GIS. *ArcGIS Desktop* memberikan performa di semua lini GIS dari merancang *geodatabase* dan manajemen *editing* data dari *query* peta sampai produksi kartografi dan visualisasi serta analisis.

2.2.5 Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*

Metode IDW merupakan metode interpolasi konvensional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud di sini adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi. Jadi semakin dekat jarak antara titik sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya (Handreani, 2015).

Penentuan hasil pada metode IDW berdasarkan pada asumsi bahwa nilai atribut z (nilai yang diestimasi) pada titik yang tidak didata adalah merupakan fungsi jarak dan nilai rata-rata titik yang berada disekitarnya. Hasil interpolasi tergantung dari seberapa kuat sebuah titik data yang diketahui mempengaruhi daerah di sekitarnya. Selain itu, jumlah titik di sekitarnya yang digunakan untuk menghitung rata-rata nilai, serta ukuran *pixel/raster* yang dikehendaki. Metode IDW menggunakan rata-rata dari data sampel sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimal atau lebih besar dari data sampel. Dengan demikian, puncak bukit atau lembah terdalam tidak dapat ditampilkan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal.

Metode IDW digunakan untuk menghitung nilai rata-rata pada titik sampel tidak diketahui menggunakan nilai dari titik yang diketahui terdekat. Besar nilai dari titik terdekat sebanding dengan jarak antara titik sampel yang diketahui ke titik sampel tidak terketahui dan dapat ditentukan dengan koefisien *power* dari Metode IDW. Semakin besar koefisien *power*, maka semakin besar pula beban pada titik terdekat seperti yang dapat ditentukan dari Persamaan 2.2 guna memperkirakan nilai z pada titik sampel j (Gimond, 2021).

$$Z_j = \frac{\sum_i Z_i / d_{ij}^n}{\sum_i 1 / d_{ij}^n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Z_i ($i = 1,2,3, \dots N$) merupakan nilai ketinggian data yang ingin diinterpolasi sejumlah N -titik, sementara n merupakan banyaknya data yang digunakan. Faktor utama yang memengaruhi hasil dari interpolasi dalam Metode IDW adalah nilai parameter *power*. Koefisien *power* adalah nilai positif yang dapat diubah-ubah (biasanya bernilai 2). Semakin besar nilai koefisien *power*, maka hasil permukaan menggunakan Metode IDW akan semakin halus (Azpurua dan Ramos, 2010)

Kelebihan dari metode interpolasi IDW adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukkan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari sampel dan diperkirakan memiliki korelasi spasial yang kecil atau bahkan tidak memiliki korelasi spasial dapat

dihapus dari perhitungan. Titik-titik yang digunakan dapat ditentukan secara langsung, atau ditentukan berdasarkan jarak yang ingin diinterpolasi. Kelemahan dari interpolasi IDW adalah tidak dapat mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan di bawah minimum dari titik-titik sampel (Pramono, 2008).

