

Pemetaan Sebaran Jenis dan Kondisi Tanah berdasarkan data Sondir (CPT) menggunakan Sistem Informasi Geografis

Mapping of Soil's Type and Condition based on CPT Using Geographical Information System

Nurly Gofar^{1,a)} & Muhammad Ismail^{1,b)}

¹⁾Program Pasca Sarjana, Universitas Bina Darma, Palembang

Koresponden : ^{a)}nurly_gofar@binadarma.ac.id & ^{b)}ismail.muhammad240@gmail.com

ABSTRAK

Pesatnya pembangunan di Indonesia memberikan dampak pada meningkatnya kebutuhan informasi terhadap kondisi suatu daerah termasuk Kota Palembang. Pemetaan berbagai fasilitas telah tersedia melalui website kota Palembang. Namun pemetaan kondisi *subsurface* belum dilaksanakan hingga saat ini. Makalah ini menyajikan hasil penelitian berupa pemetaan daya dukung tanah untuk perencanaan pondasi tiang. Data yang digunakan adalah hasil pengujian sondir dari 77 lokasi yang tersebar di kota Palembang. Pemetaan menggunakan Sistem Informasi Geografis (aplikasi ArcGis 10.3). Hasil penelitian berupa sebaran titik sondir, peta permukaan tanah, elevasi muka air tanah, peta kedalaman tanah dengan daya dukung yang memadai, dan peta jenis tanah permukaan dan pada kedalaman 5, 10, dan 20 m.

Kata Kunci : sistem informasi geografis, sondir, jenis tanah, elevasi muka air tanah

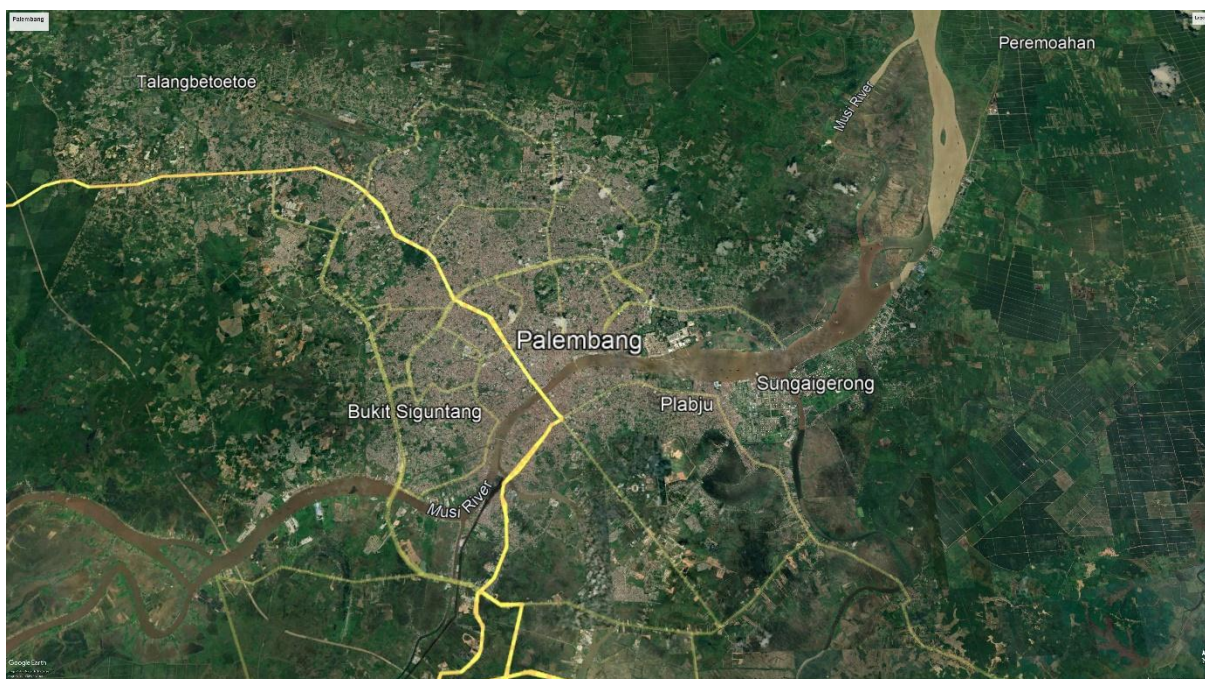
PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya pembangunan di Indonesia, maka kebutuhan informasi terhadap kondisi suatu daerah sangat diperlukan. Salah satu bentuk informasi yang tersedia adalah pemetaan fasilitas seperti jaringan jalan, sistem drainase perkotaan, batas wilayah administratif, layanan pendidikan, layanan kesehatan, layanan publik, kantor pemerintahan, pariwisata, topografi dan sebagainya. Ketersediaan pelayanan informasi oleh badan publik negara ini dimuat dalam Undang-undang No 14 Tahun 2008 tentang Keterbukaan Informasi Publik (UU KIP). Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan sebagai sarana yang efektif dalam penyediaan berbagai informasi tersebut.

Informasi tentang kondisi geologi dan geoteknik diperlukan untuk informasi awal bagi perencanaan pondasi untuk berbagai konstruksi teknik sipil seperti bangunan terutama bangunan tinggi, jalan, jembatan, dam dan lain lain. Ketersediaan informasi ini akan sangat membantu bagi perencanaan yang ekonomis. Seperti diketahui bahwa ada 4 (empat) tahapan dalam penyelidikan lapangan untuk suatu konstruksi (SNI 8640:2017). Tahapan pertama adalah *desk study* atau studi dokumen dokumen yang telah tersedia mengenai kondisi permukaan (*surface*) maupun bawah permukaan (*subsurface*), dalam hal ini kondisi geologi dan geoteknik. Untuk itu, perlu diadakan pendataan tentang sebaran jenis dan kondisi tanah untuk dipetakan dan menjadi informasi awal sebelum dilakukannya penyelidikan tanah untuk perencanaan konstruksi teknik sipil. Data ini kemudian disusun dalam bentuk peta menggunakan SIG. Informasi ini dapat diintegrasikan ke dalam website kota Palembang,

sehingga dapat di akses oleh pelaku konstruksi pada tahap kelayakan (*feasibility study*). sebagai informasi awal sebelum membuat perencanaan (*detail engineering design*).

Secara Geografis, Kota Palembang terletak antara $2^{\circ} 52'$ LS dan $3^{\circ} 5'$ Lintang Selatan serta antara $104^{\circ} 37'$ dan $104^{\circ} 52'$ Bujur Timur. Kondisi topografi kota Palembang relative datar dengan elevasi rata rata 8 m dari permukaan laut (+8 mdpl). Kota Palembang memiliki luas wilayah $400,61 \text{ km}^2$ atau 40.061 Ha . Jarak kota Palembang dari pantai timur Sumatera adalah 106 km. Kota Palembang dialiri oleh tiga sungai besar, yaitu: sungai Musi, sungai Komering dan Sungai Ogan beserta sejumlah anak anak sungai. Kota Palembang dibagi menjadi dua bagian oleh Sungai Musi. Dengan demikian kondisi tanahnya berupa tanah alluvial yang mempunyai daya dukung cukup rendah (Boerhan dkk., 1995). Gambar 1 memperlihatkan foto satelit Kota Palembang. Pemerintah Kota Palembang telah menyediakan informasi mengenai berbagai layanan publik yang dapat akses melalui website <http://bappedalitbang.palembang.go.id>. Namun informasi tentang kondisi geologi dan geoteknik atau kondisi bawah permukaan yang diperlukan untuk perencanaan konstruksi Teknik sipil belum tersedia.



Gambar 1. Foto Satelit Kota Palembang (*Sumber Google Earth Pro*)

Banyak penelitian telah dilakukan untuk menunjukkan pentingnya sifat tanah dan jenis tanah dalam perencanaan pondasi pada konstruksi teknik sipil. Pemetaan sifat-sifat tanah dan daya dukung tanah telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya di Indonesia, antara lain Sundry dkk (2014) di Aceh, Naim dkk (2016) di Pontianak, Sukandi & Munawarah (2018) di Nusa Tenggara Barat, Rusliansyah dan Rahman (2019) di Banjarmasin.

Makalah ini memuat hasil penelitian yang dimaksudkan untuk membuat peta jenis dan kondisi tanah permukaan, elevasi muka air tanah, peta kedalaman tanah dengan daya dukung yang memadai, peta jenis tanah permukaan dan jenis tanah pada kedalaman 5m, 10m, dan 20m. Data yang digunakan adalah hasil pengujian sondir (*Cone Penetration Test, CPT*) yang telah dilakukan di berbagai lokasi di kota Palembang. Pemetaan dilakukan menggunakan SIG dengan aplikasi ArcGis 10.3 (ESRI, 2014).

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Informasi Geografis (SIG)

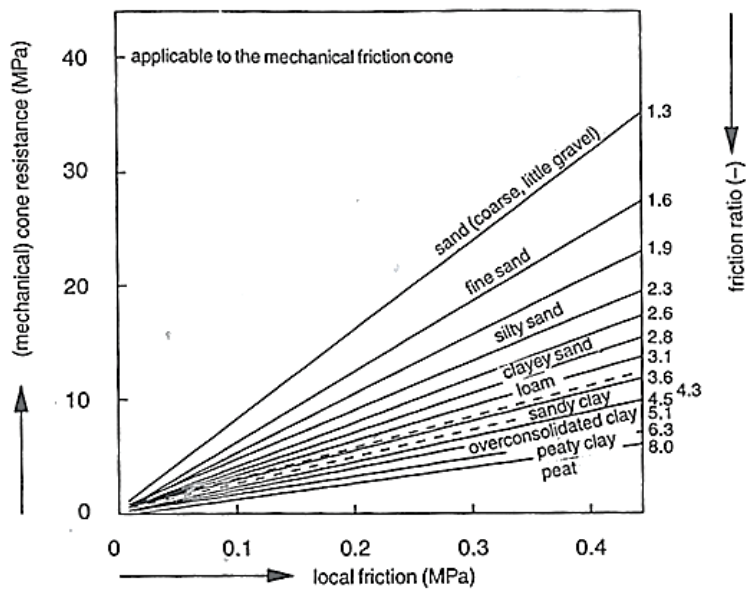
Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem berbasis komputer untuk mengolah dan menyajikan informasi spasial yaitu segala bentuk informasi yang memiliki referensi, hubungan atau keterkaitan dengan posisi geografis di permukaan bumi (Syam'ani, 2016). SIG merupakan sebuah sistem berbasis komputer yang memiliki empat sub sistem untuk menangani informasi geografis yaitu: Menginput data, Mengolah data, Menganalisis data dan Menghasilkan output atau keluaran yang berbentuk peta. Dalam proses menginput data, SIG mengubah format data yang ada dalam format eksistingnya menjadi data digital dalam suatu format yang digunakan oleh system informasi geografis. Data ini kemudian disimpan untuk kemudian di ambil kembali pada saat diperlukan dalam proses analisis menjadi suatu informasi tertentu yaitu output dari sistem informasi geografis tersebut yaitu pemetaan.

Data yang ditampilkan dalam SIG adalah informasi lokasi (*spasial*) dan informasi deskriptif (*attribute*). Informasi lokasi berkaitan dengan koordinat yaitu koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi. Sedangkan informasi deskriptif atau informasi non spasial adalah suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya, contohnya: jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya.

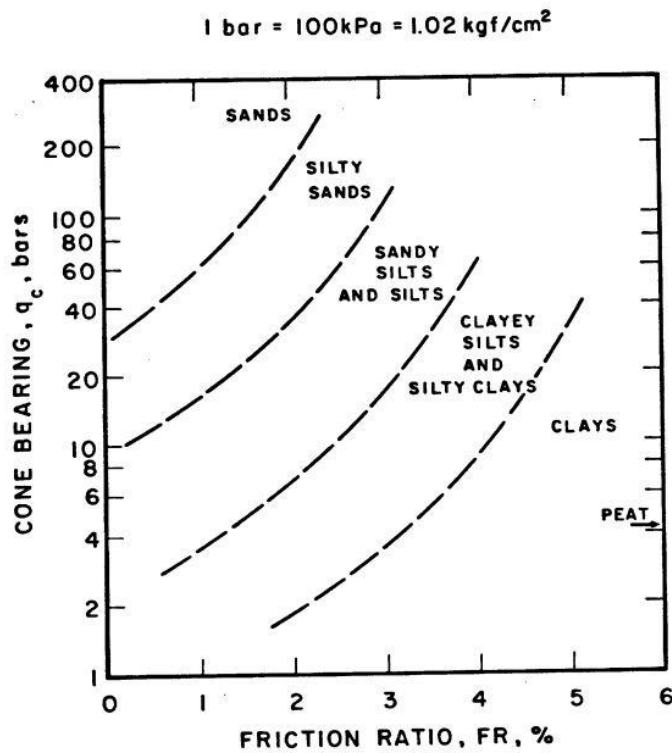
Penentuan Jenis Tanah berdasarkan Data Sondir (CPT)

Salah satu aplikasi dari hasil pengujian sondir (CPT) adalah penentuan stratigrafi tanah dan penentuan jenis tanah. Di Indonesia tatacara pengujian Sondir (CPT) yang ditekan secara mekanik atau hidraulik diberikan dalam SNI 2827-2008 atau ASTM D3441-2008. Dalam pengujian sondir secara mekanik, kecepatan penetrasi konus ditentukan antara 10–20 mm/detik. Pengambilan data adalah pada tiap interval 20 cm. Data yang didapatkan dari pengujian sondir adalah nilai perlawanan konus (q_c), nilai perlawanan geser lokal (f_s) nilai geseran total atau kumulatif (T_f), serta *friction ratio* atau angka perbandingan antara perlawanan geser dan perlawanan konus ($FR = f_s/q_c$). Pengujian sondir dihentikan bila nilai perlawanan konus mencapai kapasitas alat (250 kg/cm^2 atau 25 MPa) atau mencapai kedalaman maksimum yaitu 20 hingga 40 m atau sesuai dengan kebutuhan.

Dalam pengujian sondir tidak dimungkinkan untuk mendapatkan contoh tanah sehingga perkiraan jenis tanah ditentukan berdasarkan *friction ratio* (FR) dan nilai konus (q_c). Beberapa grafik dan table telah dikembangkan dan di publikasikan oleh peneliti terdahulu. Hubungan antara hasil pengujian sondir mekanik dengan jenis tanah pertamakali dikemukakan oleh Beggemann pada tahun 1965 (Panduan Geoteknik 2, 2002). Beggemann memperlihatkan adanya hubungan linier antara nilai tahanan konus (q_c) dan nilai tahanan geser (f_s) seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Korelasi yang lebih populer saat ini dikembangkan oleh Robertson & Campanella pada tahun 1983 (Gofar & Kassim, 2007) berdasarkan *friction ratio* (FR) dan nilai konus (q_c), diperlihatkan pada Gambar 3. Selain itu digunakan juga korelasi yang di sarankan oleh Lunne dkk. (1997) seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Selanjutnya Beggemann (1965) juga mengajukan hubungan antara tahanan konus dengan jenis tanah lempung berdasarkan konsistensinya seperti diperlihatkan pada Table 2.



Gambar 2. Penentuan jenis tanah berdasarkan hasil pengujian CPT mekanik menurut Beggemann, 1965 (Sumber: Panduan Geoteknik 2, 2002)



Gambar 3. Penentuan jenis tanah berdasarkan hasil pengujian CPT mekanik menurut Robertson & Campanella, 1983 (Sumber: Gofar & Kassim 2007)

Tabel 1. Korelasi antara Jenis tanah dengan nilai friction ration (*FR*)

<i>Friction ratio (FR)</i>	Jenis Tanah
0.2 – 0.6	Pasir berbatu
0,6 – 1, 2	Pasir
1,2 – 4,0	Lanau
4,0 – 5,0	Lempung
5,0 – 7,0	Lempung plastis
7,0 – 10,0	Gambut

(Sumber : Lunne T, dkk., 1997)

Tabel 2. Korelasi Konsistensi Tanah dengan tahanan konus (*qc*)

<i>Tahanan Konus (qc)</i>	Konsistensi Tanah
< 2,5	Sangat lembut
2,5 – 5,0	Lembut
5,0 – 10,0	Sedang
10,0 – 20,0	Kaku
20,0 -40,0	Sangat kaku
>40,0	Keras

(Sumber: Beggemann, 1965)

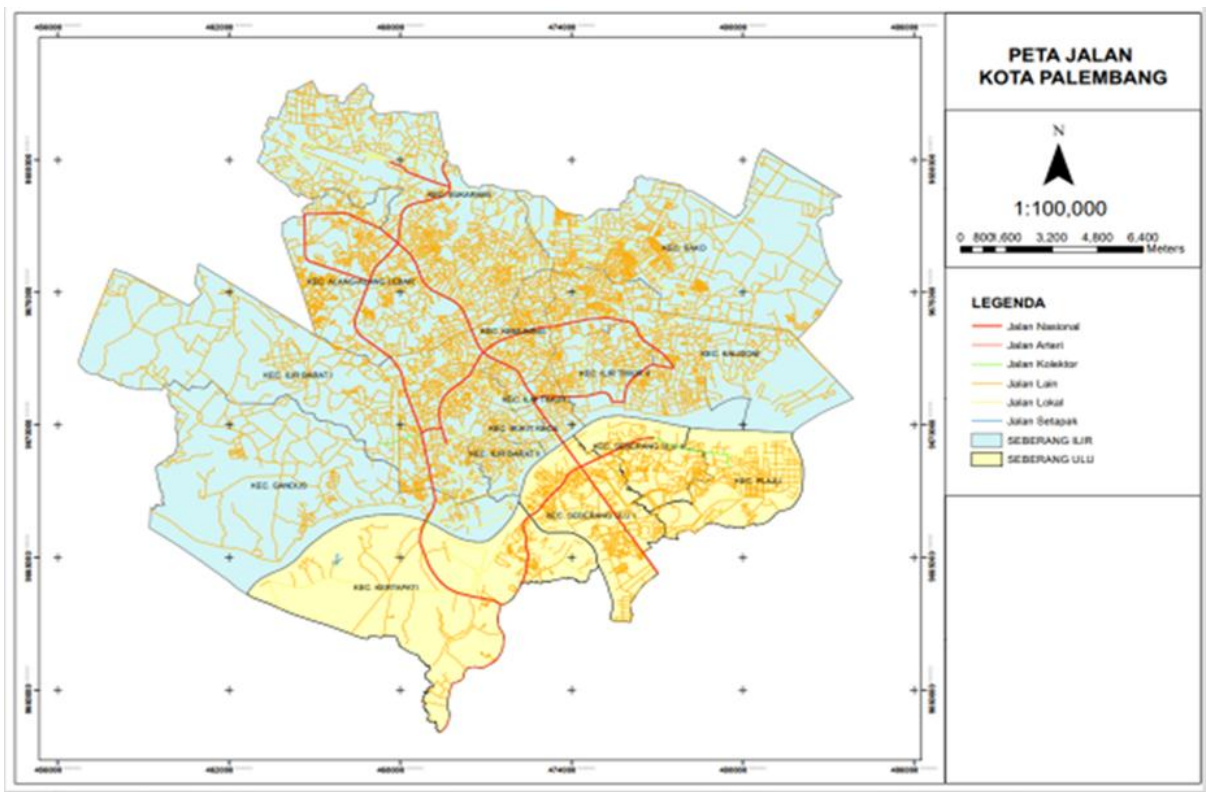
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder berdasarkan hasil hasil pengujian sondir yang telah dilakukan di Kota Palembang dari tahun 2001 - 2020. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data hasil pengujian sondir dari sejumlah proyek konstruksi di 77 lokasi yang tersebar di kota Palembang. Data ini didapatkan dari berbagai sumber yaitu Laboratorium Mekanika Tanah perguruan tinggi, Laboratorium PU dan swasta dari tahun 2000 sampai 2020. Data yang tersimpan di Laboratorium Mekanika Tanah sebagian besar adalah data hasil pengujian tanah pada proyek-proyek konstruksi. Identifikasi data dilakukan untuk mengetahui alamat lokasi proyek.

Data yang telah terkumpul kemudian diseleksi berdasarkan tujuan dari penelitian ini. Beberapa informasi harus diturunkan dari setiap kelompok data. Informasi yang paling penting adalah koordinat lokasi proyek. Alamat yang tercantum dalam kelompok data diperiksa dengan bantuan peta Google dan situs Wikimapia.org dan kemudian dicocokkan dengan informasi dari laporan proyek. Kemudian dilakukan kunjungan ke lokasi untuk konfirmasi lokasi proyek menggunakan perangkat GPS GARMIN tipe 64s dengan bantuan aplikasi status GPS. Koordinat GPS menunjukkan tidak menunjukkan posisi titik lubang Sondir namun lokasi proyek karena jarak antar titik sondir dalam satu lokasi relatif dekat dibandingkan dengan wilayah penelitian. Dengan demikian, satu lokasi mewakili beberapa pengujian sondir dengan nilai rata-rata. Namun, jika terdapat titik sondir dengan hasil berbeda yang mencolok, titik tersebut tetap diplot menggunakan jarak ke lokasi yang diwakili oleh nilai rata-rata. Kondisi ini sering terjadi di proyek yang berlokasi di dekat sungai. Data tersebut kemudian ditabulasi untuk mengkorelasikan informasi lokasi dan data yang akan dipetakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini digunakan hasil penyelidikan tanah dari 188 lokasi pengujian sondir. Setiap lokasi memiliki paling sedikit tiga titik sondir sebagai persyaratan minimum jumlah pengujian lapangan untuk suatu lokasi (SNI 8460: 2017). Namun, tidak semua data yang dikumpulkan mempunyai kelengkapan yang cukup untuk inventarisasi sehingga beberapa alamat proyek kurang jelas dan sulit diidentifikasi letak koordinatnya. Hal ini disebabkan karena perubahan tata ruang di kota Palembang yang cukup pesat sejak tahun 2000 dengan perubahan penggunaan lahan. Sebagai pengembangan daerah Jakabaring di Seberang Ulu telah memicu banyak perubahan lahan sehingga banyak alamat yang tertera dalam Laporan penyelidikan tanah di seberang Ulu tidak dapat ditemukan. Demikian juga pembangunan *Underpass*, *Flyover*, *LRT*, Jembatan Penghubung, serta fasilitas umum lainnya telah mempersulit identifikasi lokasi penyelidikan tanah. Dari proses pemilihan data terhadap 188 lokasi yang di jelaskan di atas maka untuk penelitian ini hanya digunakan hasil pengujian sondir sebanyak 77 lokasi yang lokasinya dapat diidentifikasi dengan cukup akurat.

Data yang telah dikumpulkan kemudian di seleksi berdasarkan keperluan penelitian ini yaitu penentuan kedalaman tanah dengan daya dukung 25 MPa. Kemudian di kombinasikan dengan Peta Digital Rupa Bumi Indonesia (RBI) lembar-lembar di Kota Palembang skala 1:25.000 yang dikembangkan oleh Badan Informasi Geospasial pada tahun 2002. Lembar-lembar atau layer yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta Adimistrasi yang berupa peta bidang, serta peta transportasi, drainase dan kontur yang berupa peta garis (Gambar 4).

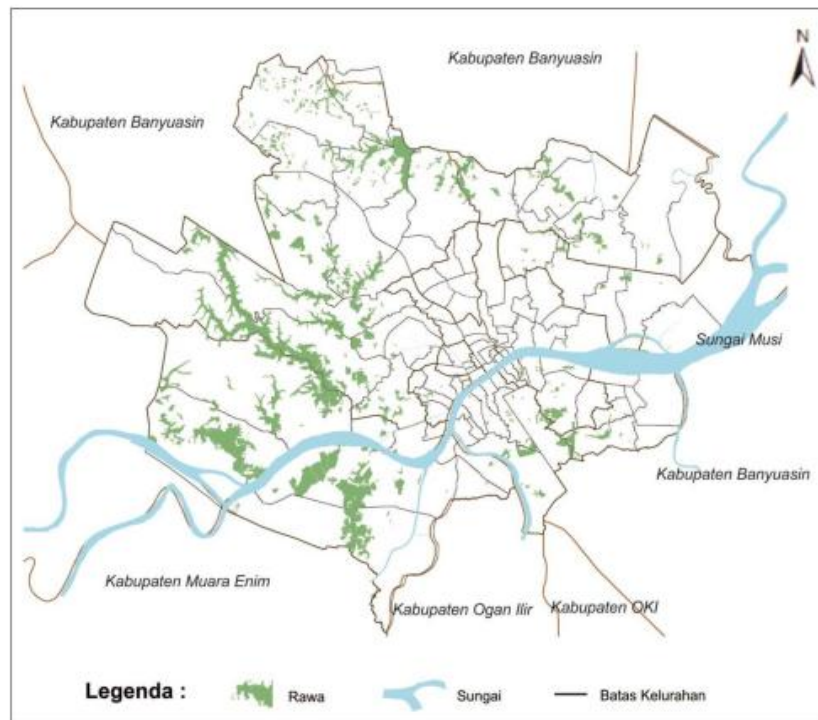


Gambar 4. Peta jalan yang digunakan sebagai dasar pemetaan (Sumber: Peta Jalan Nasional Metropolitan Palembang skala 1:100000 Kepmen PUPR 290/KPTS/M/2015)

Peta permukaan dibuat berdasarkan elevasi masing-masing titik sondir yang tercatat pada data proyek. Seperti dijelaskan pada pendahuluan, wilayah kota Palembang dibagi oleh Sungai Musi menjadi dua bagian yaitu bagian utara yang disebut Seberang Ilir dan bagian selatan disebut Seberang Ulu. Terdapat perbedaan karakter topografi antara wilayah Seberang Ulu dan Seberang Ilir. Wilayah Seberang Ulu pada umumnya mempunyai topografi yang relatif datar dan sebagian besar dengan tanah asli berada dibawah permukaan air pasang

maksimum Sungai Musi ($\pm 3,75$ mdpl.) kecuali lahan-lahan yang telah dibangun dan akan dibangun dimana permukaan tanah telah mengalami penimbunan dan reklamasi. Dibagian wilayah Seberang Ilir ditemui adanya variasi topografi (ketinggian) dari 4 m sampai 20 m diatas permukaan laut namun tidak terdapat topografi yang terjal. Dengan demikian dari aspek topografi, pada prinsipnya tidak ada faktor pembatas untuk pengembangan ruang, baik berupa kemiringan atau kelerengan yang besar.

Pengolahan data untuk menentukan elevasi muka air tanah dilakukan dengan menggunakan data titik bor yang dilakukan pada proyek yang sama dengan pengujian sondir. Dari 77 titik lokasi proyek, ada 16 proyek yang ditinjau dalam penelitian ini melakukan uji lapangan pengeboran untuk mendapatkan sampel untuk uji laboratorium dan juga pengamatan elevasi muka air tanah. Kedalaman muka air tanah tersebut disesuaikan dengan elevasi permukaan tanah pada masing-masing titik sondir. Dari titik titik ini dilakukan interpolasi dengan metode kriging. Hasil pemetaan permukaan tanah dan elevasi muka air tanah dibandingkan dengan peta sebaran rawa di kota Palembang (Sagala et al. 2013) (Gambar 3).



Gambar 3. Peta sebaran rawa di kota Palembang (Sumber: Sagala et al, 2013)

Dalam penelitian ini kedalaman tanah keras atau tanah dengan daya dukung yang memadai didefinisikan sebagai tanah dengan nilai konus ($q_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 25 \text{ MPa}$). Kedalaman tanah dengan nilai konus tersebut dianalisis melalui pembacaan tabel dan grafik nilai q_c pada setiap titik yang ditinjau. Dari 77 lokasi titik sondir, hanya 34 data yang dapat digunakan karena pengujian dilakukan sampai pada nilai konus $q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Dari titik titik ini dilakukan interpolasi dengan metode kriging terhadap nilai konus $q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Pengolahan data sondir untuk menentukan jenis tanah dilakukan berdasarkan Table 1 dan 2. Dari data sondir yang ada dihitung nilai friction ratio ($FR = f_s/q_c$), nilai ini digunakan dalam Tabel 1 untuk mengetahui jenis tanah pada setiap kedalaman. Pada Table 1, nilai FR 4 - 7 dan 7, diklasifikasikan sebagai tanah lempung dan lempung plastis sedangkan nilai $FR > 7$ diklasifikasikan sebagai gambut. Oleh karena itu perlu suatu klasifikasi lebih lanjut untuk mengetahui konsistensi tanah lempung. Untuk ini digunakan Table 2 berdasarkan nilai konus

(q_c) sehingga didapatkan konsistensi tanah kisaran sangat lembut hingga keras dari nilai konus yang ada.

Dari analisis ini dapat ditentukan jenis tanah pada kedalaman-kedalaman Dalam penelitian ini, sebaran jenis tanah dikelompokkan dari kedalaman 5 m, 10 m, dan kedalaman 20 m. Pemetaan dilakukan dengan menggunakan aplikasi ArcGis 10.3. Hasil penelitian berupa peta permukaan tanah, elevasi muka air tanah, peta kedalaman tanah dengan daya dukung yang memadai (nilai konus = 250 kg/cm^2), dan sebaran jenis tanah pada kedalaman 5 m, kedalaman 10 m dan kedalaman 20 m.

ANALISIS HASIL PENELITIAN

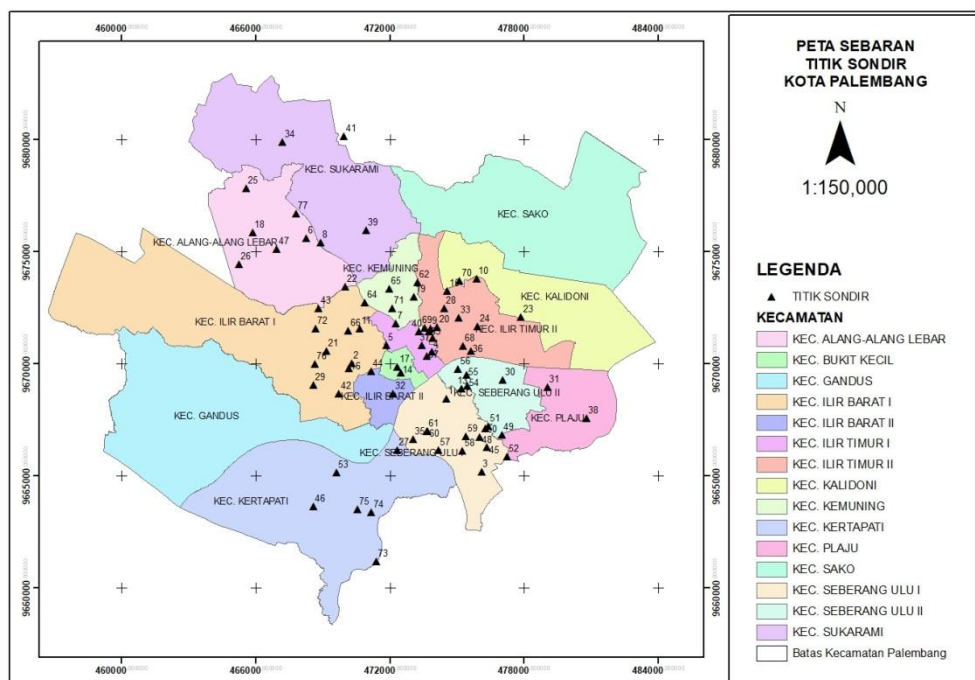
Sehubungan dengan langkah penelitian yang dijelaskan pada Metode Penelitian, hasil penelitian dipaparkan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pemetaan sebaran titik sondir yang digunakan dalam penelitian ini
2. Pemetaan permukaan tanah
3. Pemetaan elevasi muka air tanah
4. Peta kedalaman tanah keras (*bedrock*)
5. Peta Jenis tanah pada kedalaman 5, 10 dan 20m.

Sebaran Titik sondir yang digunakan dalam penelitian ini

Seperti dijelaskan dalam metode penelitian, dari 188 data sording yang dikumpulkan hanya 77 set data yang mempunyai kelengkapan yang cukup untuk inventarisasi sehingga lokasi dapat ditentukan dengan jelas. Koordinat lokasi yang didapatkan untuk 77 titik lokasi proyek ini kemudian digunakan untuk memplot sebaran titik sondir di Kota Palembang seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Dapat di lihat dari Gambar 4 bahwa jumlah titik yang paling banyak terdapat di tengah kota atau di kanan dan kiri sungai Musi karena daerah ini merupakan daerah yang paling banyak di kembangkan.

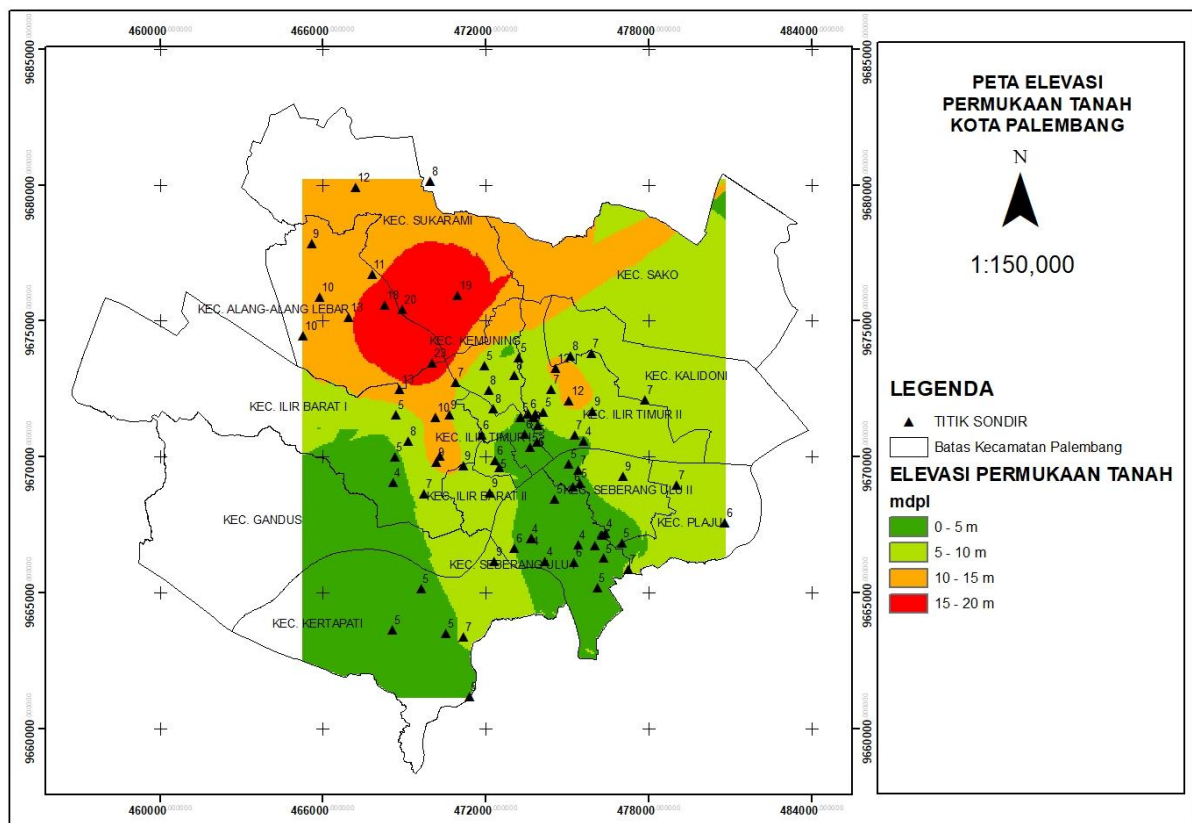
Dalam Gambar 4 diperlihatkan juga pembagian wilayah administratif di kota Palembang yaitu berdasarkan kecamatan. Hal ini untuk mempermudah penjelasan yang akan diberikan pada Gambar 5 sampai 8 yang akan ditampilkan berikutnya.



Gambar 4. Peta sebaran titik sondir yang digunakan dalam penelitian ini

Sebaran Elevasi Permukaan Tanah

Masing-masing titik sondir memiliki data elevasi terhadap meter diatas permukaan laut (mdpl). Data ini kemudian di evaluasi di lapangan dan dibandingkan dengan data Google Earth. Pemetaan elevasi permukaan tanah tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. Seperti diketahui, kondisi topografi kota Palembang relatif datar dengan ketinggian lahan rata-rata +8.0 mdpl. Sebaran elevasi muka tanah di kota Palembang berkisar 0 - 20 mdpl. Elevasi muka tanah tertinggi terletak di bagian utara kota Palembang seperti pada lokasi S.22 dan S.8 (Gambar 4). Elevasi muka tanah terendah pada kedalaman 0 – 5 m terletak di bagian selatan kota Palembang seperti lokasi S.29, S.36, S.51, S.57, S.59, S.60, S.61 (Gambar 4) dan beberapa lokasi lainnya.



Gambar 5. Sebaran Elevasi Permukaan Tanah

Elevasi Muka Air Tanah

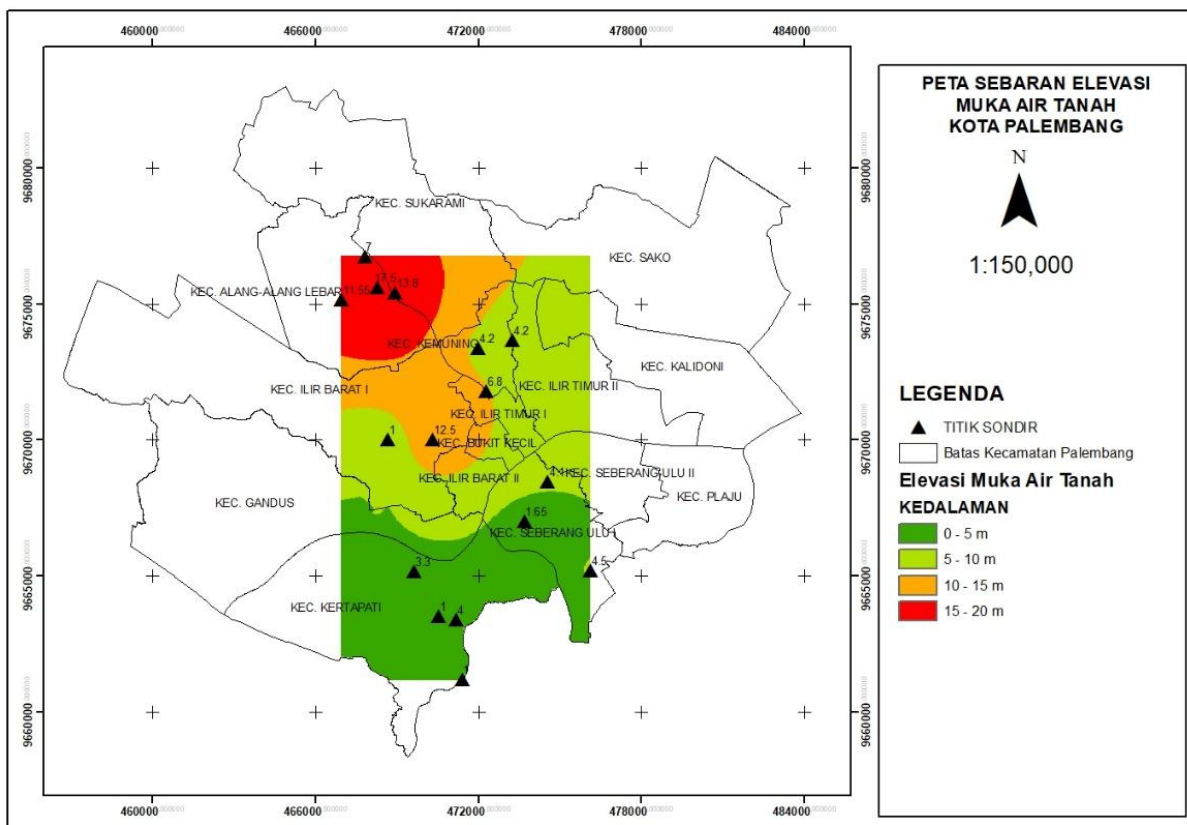
Seperti dijelaskan dalam metode penelitian, SNI 8640 (2017) mensyaratkan setiap lokasi proyek dilakukan pengeboran untuk mendapatkan profil tanah, elevasi muka air tanah dan sampel tanah untuk untuk pengujian laboratorium. Namun dari 77 set data yang di kumpulkan dalam penelitian ini, hanya 16 proyek yang melakukan pengeboran dan pengamatan muka air tanah. Penentuan lokasi titik bor dilakukan dengan cara yang sama dengan penentuan lokasi sondir. Elevasi muka air tanah ditentukan berdasarkan jarak muka air tanah dari permukaan tanah yang di ukur pada masing masing titik bor. Sebaran elevasi muka air tanah tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Di kota Palembang muka air tanah kisaran 0 – 5 paling banyak ditemukan di selatan kota Palembang atau di wilayah Seberang Ulu seperti pada lokasi S.73, S.75, dan S.76. Makin ke utara, elevasi muka air tanah makin dalam, dan elevasi muka air tanah yang paling dalam (15 – 20m) ditemukan diwilayah di utara kota Palembang yaitu lokasi S.6. Kondisi ini juga di

tandai dengan banyaknya rawa rawa yang terdapat di bagian selatan Sungai Musi serta jenis tanah yang terdapat di lokasi ini.

Perbandingan hasil analisis muka air tanah dengan peta topografi kota Palembang. Pada kecamatan Kertapati dan seberang ulu muka air tanah pada kedalaman 0-5 m dan elevasi permukaan tanahnya bervariasi kisaran 1.8 -4.2 m. Pada kecamatan Ilir Barat II elevasi muka air tanah kisaran 5-10 m dan elevasi permukaan tanah bervariasi kisaran 2.7-9 m. Pada kecamatan Ilir Barat I, Ilir Timur I, Bukit Kecil muka air tanah kisaran 5-15 m dan pada elevasi permukaan tanah bervariasi 0-14 m. Pada kecamatan Alang-alang Lebar dan sukarama elevasi kedalaman muka air tanah kisaran 10-20 m, pada elevasi permukaan air tanah kisaran 4.2-24 m.

Perbandingan hasil analisis muka air tanah dengan peta topografi kota sebaran rawa di kota Palembang. Pada Kecamatan Kertapati, Seberang Ulu I dan Seberang Ulu II masuk kedalam area sebaran rawa dan kedalaman muka air tanahnya 0-5 m. Pada Kecamatan Ilir Barat I dan Gandus masuk kedalam area rawa pada sebaran rawa dan kedalaman muka air tanahnya kedalaman 5-15 m. Pada Kecamatan Alang-alang lebar dan Sukarame kedalaman muka air tanahnya 15-20 m dan Sebagian tidak termasuk area rawa. Pada Kecamatan Ilir timur I, Ilir Timur II, Bukit Kecil, kedalaman muka air tanahnya kisaran 5-10 m dan tidak termasuk area rawa.

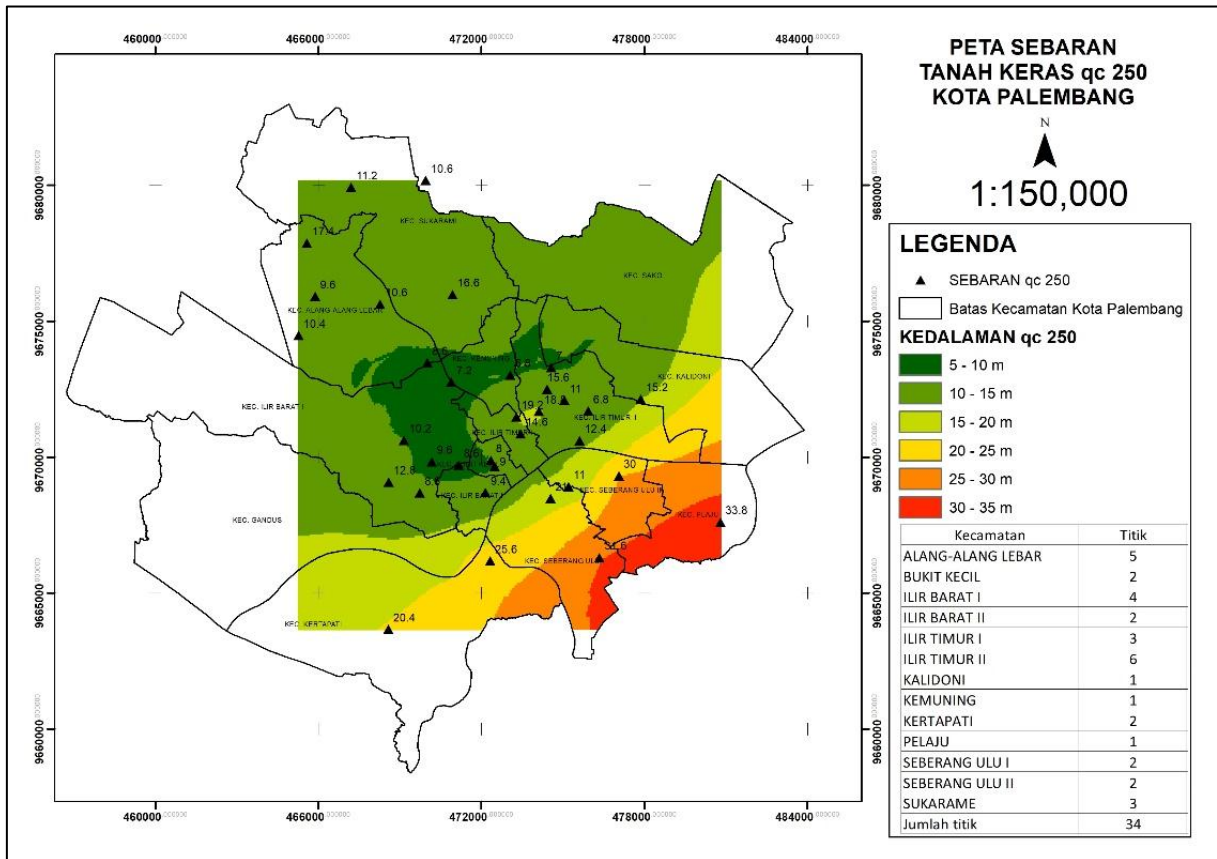


Gambar 6. Elevasi Muka Air Tanah

Kedalaman Tanah Keras (*Bedrock*)

Dalam SNI 2827:2008 dinyatakan bahwa pengujian sondir dihentikan bila nilai perlawanan konus mencapai batas maksimum atau kapasitas alat atau hingga kedalaman maksimum 20–40 m tercapai atau sesuai dengan kebutuhan. Dalam penelitian ini kedalaman tanah keras di definisikan sebagai tanah dengan nilai konus (q_c) 250 kg/cm² atau posisi

kedalaman dimana pengujian sondir dihentikan. Langkah pertama adalah menganalisis kedalaman pada setiap titik. Kedalaman lapis kepadatan ditinjau dengan mengamati tabel atau grafik hasil pengujian sondir pada setiap titik yang ditinjau. Dari 77 lokasi titik sondir, hanya 34 data yang digunakan dalam interpolasi kriging kontur lapis kepadatan tanah keras dengan nilai konus $q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan 44 data lainnya digunakan untuk verifikasi sebaran tanah keras hasil penelitian. Peta kedalaman tanah keras yang diplot menggunakan Program ArcGIS di perlihatkan pada Gambar 6.



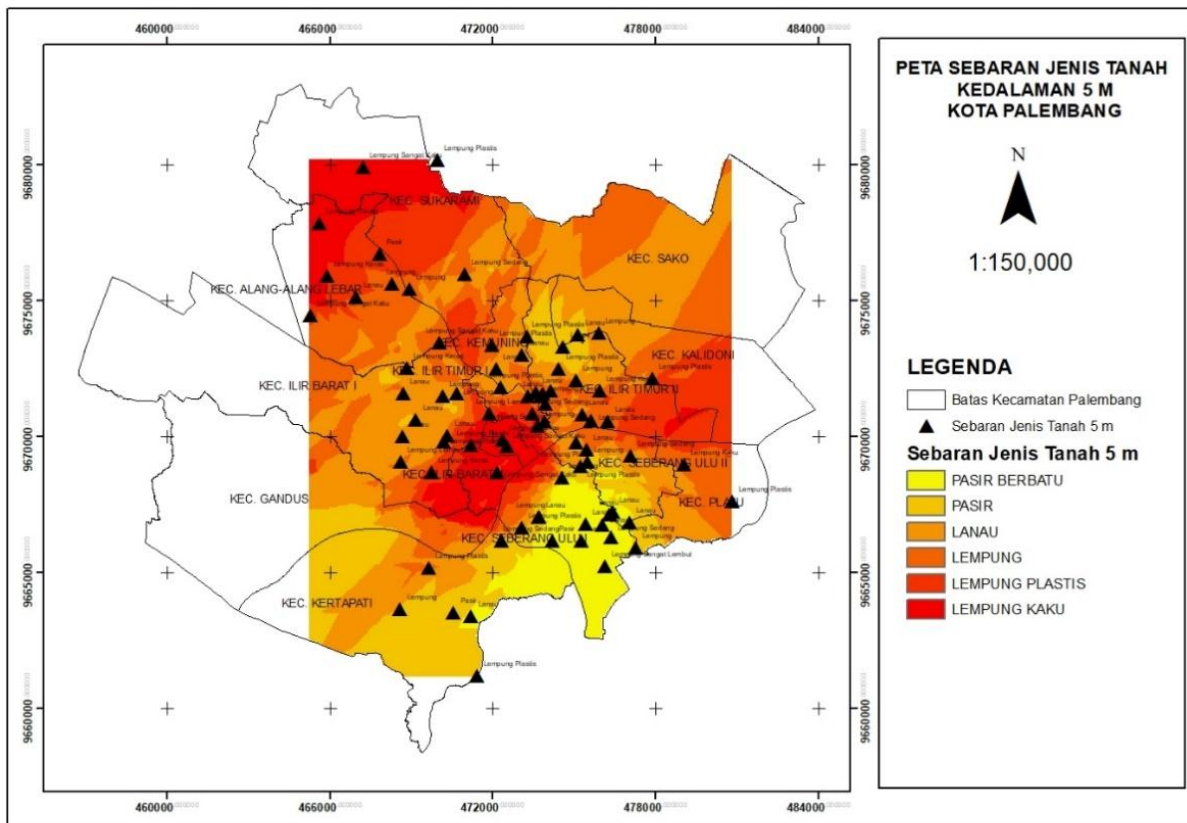
Gambar 6. Peta kedalaman tanah keras di kota Palembang

Hasil pemetaan menunjukkan kedalaman tanah keras di kota Palembang bervariasi antara 6,8 m hingga 33,8 m dari muka tanah. Kedalaman rata-rata berkisar 14,09 m dari muka tanah. Kepadatan tanah di wilayah Seberang Ilir dilihat dari trend penyebarannya cukup baik. Variasi kedalaman lapisan tanah keras di wilayah ini berkisar pada kedalaman antara 6,8 m hingga 19,2 m dari permukaan tanah dengan rata-rata sekitar 11,3 m. Untuk wilayah Seberang Ulu, kedalaman tanah keras berkisar antara 11,0 m hingga 33,8 m dengan rata-rata kedalaman sekitar 24,77 m. Titik lokasi dengan tanah keras paling dalam yaitu 33,8 m (lihat titik sondir 38 pada Gambar 4) yaitu di bagian paling selatan kota Palembang.

Sebaran Jenis Tanah

Seperti dijelaskan pada bagian pendahuluan, data yang didapat dari hasil pengujian sondir adalah nilai perlawanan konus (q_c), nilai perlawanan geser lokal (f_s), nilai geseran total atau kumulatif (T_f), serta friction ratio ($FR = f_s/q_c$). Jenis tanah ditentukan secara umum berdasarkan nilai FR seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Namun, apabila diperlukan klasifikasi lebih lanjut maka digunakan Table 2 berdasarkan nilai konus (q_c). Dengan demikian didapatkan jenis tanah dan konsistensinya. Sebaran jenis tanah dikelompokkan dari kedalaman 5 m (Gambar 7), kedalaman 10 m (Gambar 8), dan kedalaman 20 m (Gambar 9).

Dari Gambar 7, dapat dilihat bahwa tanah di Palembang pada kedalaman 5 m umumnya berupa tanah lempung walaupun di beberapa lokasi utama bagian selatan berupa pasir. Hal ini dimungkinkan keran banyaknya sungai yang terdapat di bagian selatan kota. Namun mungkin juga disebabkan karena pada sebagian wilayah selatan kota Palembang pada awal tahun 2000 an dilakukan reklamasi dengan penimbunan tanah pasir. Sebaran jenis tanah kedalaman 5 m pada wilayah Seberang Ulu seperti di kecamatan Kertapati didominasi pasir, namun terdapat pula jenis tanah pasir berbatu, lanau dan lempung. Pada kecamatan Seberang Ulu I jenis tanah pasir berbatu yang paling banyak ditemui. Sedangkan pada wilayah Seberang Ilir, tanah berupa lempung dengan berbagai konsistensi dari lunak, plastis sampai kaku (lihat titik sondir 34, 25, 18, dan 26 pada Gambar 4) namun terdapat pula jenis tanah lanau di beberapa lokasi (lihat titik sondir 2, 15, 19, 21, 47, 63, 64, 68, 69, 70,71, 72, dan 76 Pada Gambar 4).

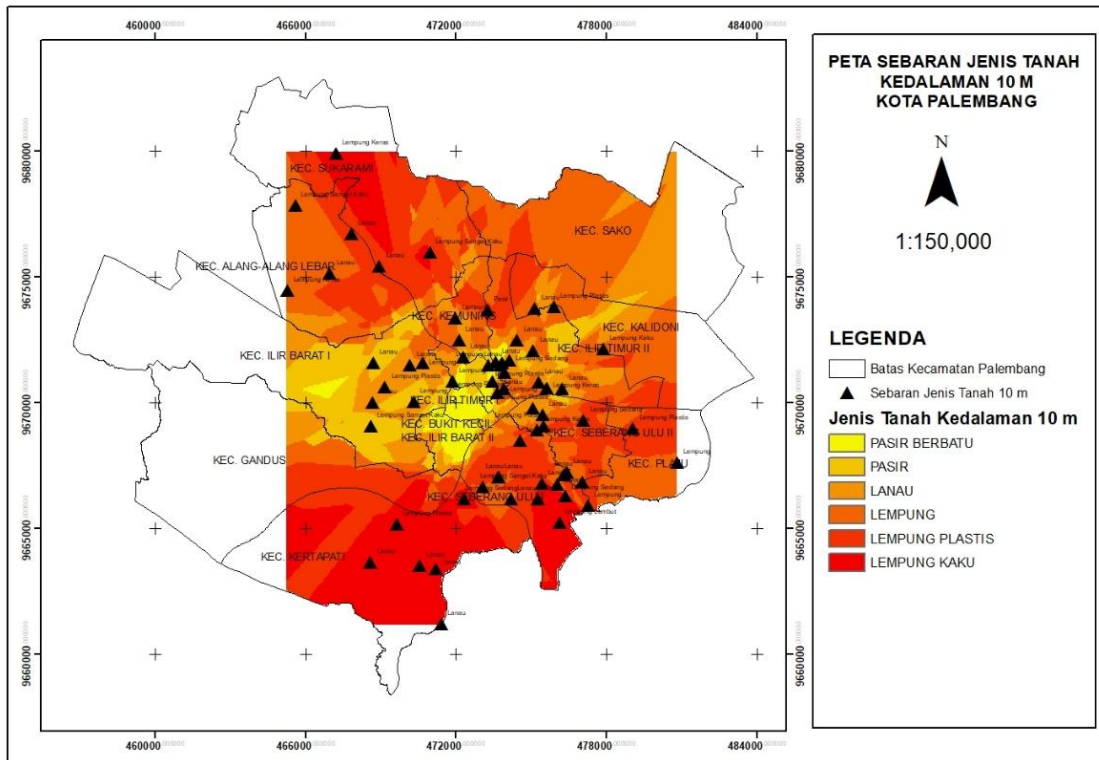


Gambar 7. Sebaran Jenis Tanah Kedalaman 5 m

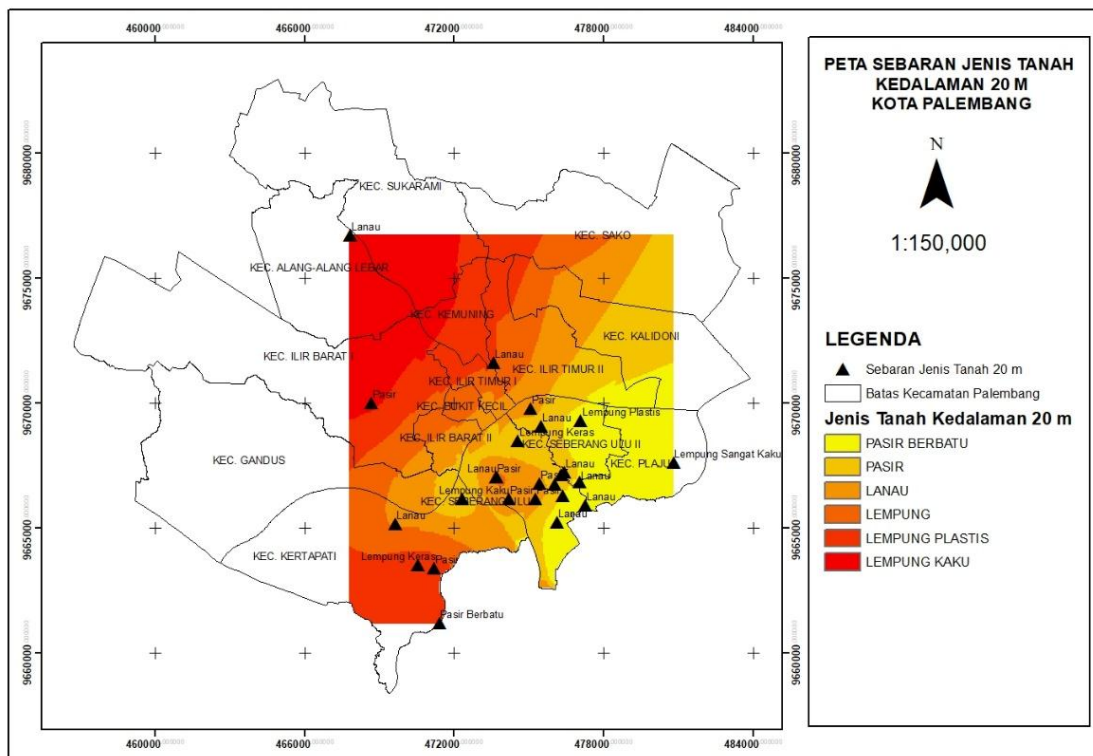
Sebaran jenis tanah pada kedalaman 10 m diperlihatkan pada Gambar 8. Bila dibandingkan dengan jenis tanah pada kedalaman 5 m, maka sebaran jenis tanah pada kedalaman 10 m lebih di dominasi oleh tanah lempung. Di wilayah selatan kota Palembang (sebrang Ulu) tanah pada kedalaman 10 m jenis tanah lempung kaku paling mendominasi, namun juga ditemukan jenis tanah lempung plastis dan lanau. Di wilayah Seberang Ilir ditemui jenis tanah pasir berbatu (titik sondir 14, 17, dan 32 pada Gambar 4), tanah lempung dan lanau (titik sondir 23, 10, dan 33).

Gambar 9 memperlihatkan sebaran jenis tanah yang ditemui pada kedalaman 20 m. Pada kedalaman ini, jenis tanah lempung kaku paling banyak ditemukan di wilayah Seberang Ilir (titik sondir 6, 8, 39, 22, dan 64 pada Gambar 4). Sedangkan sebaran jenis tanah pada titik sondir 23, 24, 68, dan 36 (Gambar 4) paling banyak ditemui jenis tanah pasir dan Lanau. Sebaran jenis tanah pada Wilayah Seberang Ulu, Pasir berbatu mendominasi di titik sondir 3,

30, 31, 52, dan 49 (Gambar 4) dan jenis tanah lempung kaku paling banyak ditemui di kecamatan kertapati.



Gambar 8. Sebaran Jenis Tanah Kedalaman 10 m



Gambar 9. Sebaran Jenis Tanah Kedalaman 20 m

KESIMPULAN

Pemetaan informasi geoteknik diperlukan sebagai dokumen awal kegiatan penyelidikan lapangan untuk pembangunan infrastruktur di suatu wilayah. Hasil penelitian ini memberikan informasi mengenai pemetaan kondisi permukaan tanah (topografi), elevasi muka air tanah dan kondisi *subsurface* berupa kedalaman tanah keras dan sebaran jenis tanah. Beberapa kesimpulan dapat ditarik dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Sebaran elevasi muka tanah di kota Palembang berkisar antara -5 sampai + 23 mdpl dengan rata-rata ketinggian permukaan +8 mdpl. Elevasi muka tanah tertinggi terletak di bagian utara kota Palembang sedangkan elevasi terendah muka tanah terendah di bagian selatan kota Palembang.
2. Muka air tanah ditemukan pada kedalaman berkisar antara 0 m di daerah rawa-rawa sampai 17,5 m dari permukaan tanah. Muka air tanah yang cukup dalam ditemukan pada bagian utara kota Palembang.
3. Hasil pemetaan menunjukkan kedalaman tanah keras di kota Palembang bervariasi antara 6,8 m hingga 33,8 m dari muka tanah. Kedalaman rata-rata berkisar 14,3 m dari muka tanah. Di wilayah Seberang Ulu, tanah keras ditemukan pada elevasi yang lebih dalam bila dibandingkan dengan wilayah Seberang Ilir karena topografinya yang lebih rendah serta terdapat lebih banyak sungai.
4. Jenis tanah di kota Palembang umumnya berupa lempung alluvial karena dipengaruhi oleh aliran sungai. Konsistensi tanah bervariasi dari lunak sampai kaku. Namun terdapat juga lapisan lanau dan pasir di beberapa lokasi. Keberadaan pasir pada kedalaman 5 m di Wilayah selatan kota diduga akibat pekerjaan reklamasi rawa yang dilakukan untuk pengembangan bagian selatan kota.

UCAPAN TERIMA KASIH. Penulis berterimakasih kepada laboratorium Mekanika Tanah yang telah membantu dalam pengadaan data sondir yang telah digunakan dalam makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Society for Testing and Materials (2008). *Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil (D3441)*. Philadelphia: Annual Book of Standards, Vol. 04.08, ASTM.
- [2] Badan Standarisasi Nasional Indonesia (2008). SNI 2827:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir.
- [3] Badan Standarisasi Nasional (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. SNI 8460:2017.
- [4] Begemann HKSPH. 1965. The friction Jacket cone as an aid in determining the soil profile. In Proceedings of the 6th ICSMFE, Montreal, Vol 2. p. 17-20
- [5] Boerhan; Purnomo, J., Gafur, S., Boerhan (1995.). *Peta geologi lembar Palembang, Sumatera Selatan [Peta] = Geological map of the Palembang quadrangle, South Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- [6] Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (2002). *Panduan Geoteknik 2 Penyelidikan Tanah Lunak Desain dan Pekerjaan Lapangan*. Pedoman Kimpraswil No Pt T-09-2002-B. p: 43-46.
- [7] Gofar N., Kassim KA. (2007). *Introduction Geotechnical Engineering, Part 2*. Prentice Hall. Pearson Education South Asia Pte Ltd.
- [8] Kebijakan Pengurangan Risiko Bencana Banjir: Studi Kasus Kota Palembang, dalam Anwar, H. (2013). *Perencanaan Tata Ruang dan Kebencanaan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)*.
- [9] Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2015). No 290/KPTS/M/2015. Penetapan Ruas Jalan Menurut Statusnya Sebagai Jalan Nasional.
- [10] Lunne T, dkk (1997). *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. Blackie Academic & Professional. London.

- [11] Naim, Priadi, A, dan Aprianto (2016). “Pemetaan Zonasi Geoteknik Di Kota Pontianak berdasarkan Data Konsistensi Dan Sifat-sifat Tanah Dengan Sistem Informasi Geografis, Pontianak”. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tarumanegara Vol 16 No 2 p. 1 - 16*
- [12] Robertson, P.K. & Campanella, R.G. (1983).”Interpretation of Cone Penetration Test Part I (sand) and Part II (Clay)”. *Canadian Geotechnical Journal Vol. 20 No 4.*
- [13] Rusliansyah, Ma’ruf MA. & Rahman A. (2019). *Pemetaan Digital Kedalaman Tanah Kota Banjarmasin*. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah SNI 8460 2017SNI
- [14] Sagala, S., Dodon, Wimbardana, R., Lutfiana, D. (2013) *Alih Fungsi Lahan Rawa dan*
- [15] Surakhmad, A, Surjandari, NS, dan Saido, AP. (2018). “Sistem Informasi Geografis Kepadatan Tanah Berdasarkan Nilai Tahanan Ujung Konus(qc) Di Kabupaten Sukoharjo”. e-Journal Matriks Teknik Sipil. UNS. Vol 6 No 1.Surakarta.
- [16] Syam’ani. (2016). *Tutorial Aplikasi SIG Dasar*.Membangun Basisdata Spasial Menggunakan ArcGIS 10.3.
- [17] Sukandi & Munawarah (2018). “Pemetaan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir di Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat”. *Jurnal Sangkareang Mataram. (in Indonesian)*
- [18] Sundary D., Chairullah B. & Gunawan H. (2014). “Pemetaan Daya Dukung Tanah di beberapa daerah Aceh Besar Menggunakan Data Cone Penetration Test”. *Jurnal Teknik Sipil pp. 157-166.*
- [19] Wesley. (1977). *Mekanika Tanah*. Cetakan ke VI, Penerbit Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

