

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS KEPADATAN TANAH BERDASARKAN NILAI TAHANAN UJUNG KONUS (q_c) DI KABUPATEN SUKOHARJO

Ardli Surakhmad¹⁾, Niken S. Surjandari¹⁾, Agus P. Saido³⁾

¹⁾Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)}Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email: ardli.surakhmad@gmail.com

ABSTRACT

The use of geographic information system (GIS) in the geotechnical field is becoming more popular today. This paper describes the use of GIS in mapping and analysis of soil densities in Sukoharjo Regency using CPT data based on cone resistance values (q_c). The CPT data used is sourced from the Soil Mechanics Laboratory of Sebelas Maret University in 2004-2016 mapped on the 1:25,000 Rupa Bumi Indonesia Digital Map from Badan Informasi Geospasial and processed with GIS software. The results showing good soil density in Kartasura District, Mojolaban District and Grogol District in the north with very dense soil depth at q_c 250 kg/cm² in average of 4-5 meters from ground level. While the poor soil density is found in Sukoharjo District, Grogol District in the south and Bendosari District in the west with very dense soil depth at q_c 250 kg/cm² in average of 15-17 meters from ground level.

Keywords : mapping, GIS, soil density, CPT, q_c .

ABSTRAK

Penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dalam bidang geoteknik menjadi semakin populer saat ini. Makalah ini menjelaskan penggunaan SIG dalam pemetaan dan analisis kepadatan tanah di Kabupaten Sukoharjo menggunakan data CPT berdasarkan nilai tahanan ujung konus (q_c). Data CPT yang digunakan bersumber dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret tahun 2004 - 2016 yang dipetakan pada Peta Digital Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 dari Badan Informasi Geospasial dan diolah dengan bantuan perangkat lunak SIG. Hasilnya menunjukkan kepadatan tanah yang cukup baik di Kecamatan Kartasura, Kecamatan Mojolaban, dan Kecamatan Grogol bagian utara dengan kedalaman tanah sangat kompak pada q_c 250 kg/cm² rata-rata 4-5 meter dari permukaan tanah. Sementara kepadatan tanah yang kurang baik ditemukan di Kecamatan Sukoharjo, Kecamatan Grogol bagian selatan dan Kecamatan Bendosari bagian barat dengan kedalaman tanah sangat kompak pada q_c 250 kg/cm² rata-rata 15-17 meter dari permukaan tanah.

Kata Kunci : pemetaan, SIG, kepadatan tanah, CPT, q_c .

PENDAHULUAN

Kabupaten Sukoharjo letaknya strategis di wilayah Surakarta, Boyolali, Sukoharjo, Karanganyar, Wonogiri, Sragen dan Klaten, wilayah yang berkembang pesat di sebelah tenggara Provinsi Jawa Tengah. Perkembangan ekonomi yang pesat di wilayah tersebut berdampak pada meningkatnya pembangunan infrastruktur. Ketersediaan informasi geoteknik diperlukan untuk tahap studi kelayakan dari suatu proyek pembangunan infrastruktur untuk keperluan desain dan konstruksi salah satunya informasi kepadatan tanah.

CPT merupakan salah satu metode investigasi geoteknik yang sering digunakan ahli geoteknik untuk mendapatkan informasi lapisan bawah tanah secara praktis. Data parameter tanah hasil CPT, antara lain : tahanan konus (q_c), tahanan lekat (f), dan rasio friksi (R_f). Tahanan konus (q_c) adalah tahanan atau perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya per satuan luas. Secara tidak langsung, nilai q_c digunakan untuk menentukan kapasitas daya dukung *ultimate* (q_{ult}) dari suatu lapisan tanah berdasarkan variasi model dan persamaan. Data q_c dapat diinterpretasikan dalam bentuk tingkat kepadatan tanah.

Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret adalah salah satu lembaga yang sering diminta melakukan CPT. Data-data CPT yang ada untuk wilayah Kabupaten Sukoharjo selama ini belum pernah dianalisis dan dikembangkan dalam bentuk pemetaan kepadatan tanah. Makalah ini disusun dalam rangka analisis dan pemetaan kepadatan tanah di Kabupaten Sukoharjo dengan menggunakan SIG berdasarkan nilai tahanan ujung konus (q_c) dari data CPT.

LANDASAN TEORI

Cone Penetration Test

Cone Penetration Test (CPT) atau sondir adalah salah satu metode pengujian tanah *in situ*. Pengujiannya dilakukan dengan menggunakan sebuah alat yang ujungnya berbentuk kerucut (konus) besudut 60° dan dengan luasan ujung 10 cm^2 . Alat ini digunakan dengan cara ditekan ke dalam tanah secara kontinu dengan kecepatan tetap 20 mm/detik dan besarnya tahanan tanah terhadap ujung konus (q_c) diukur secara bersamaan. Sebagian besar alat penetrometer yang banyak digunakan mempunyai selubung geser (bikonus) yang dapat bergerak mengikuti konus penetrometer tersebut. Hasil penetrometer dapat dibaca secara terpisah antara nilai tahanan ujung konus (q_c) dan nilai tahanan lekat (f) dari tanah beserta nilai kedalaman tanah. (Das, 2011).

Hasil pengujian CPT digunakan untuk menyelidiki jenis lapisan dan mengevaluasi parameter geoteknik dari suatu lapisan tanah salah satunya dengan menggunakan parameter tahanan ujung konus (q_c). Pengidentifikasian tanah secara praktis salah satunya dapat menggunakan pendekatan yang dikembangkan oleh Mayerhof pada tahun 1965 dengan mengasumsikan sebagian besar wilayah Kabupaten Sukoharjo merupakan tanah pasir. Mayerhof mengembangkan hubungan yang sebanding antara kepadatan dengan q_c , nilai N SPT, *relative density*, dan \emptyset pada tanah pasir. Hal ini dapat dilihat dalam pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hubungan Antara Kepadatan, *Relative Density*, Nilai N SPT, q_c dan \emptyset

Kepadatan	<i>Relative Density</i> (ρ_a)	Nilai N SPT	Sudut Geser (\emptyset)	Tekanan Konus q_c (kg/cm ²)
<i>Very Loose</i> (sangat lepas)	< 0,2	< 4	< 30	< 20
<i>Loose</i> (lepas)	0,2 – 0,4	4 – 10	30 – 35	20 – 40
<i>Medium Dense</i> (agak kompak)	0,4 – 0,6	10 – 30	35 – 40	40,0 – 120
<i>Dense</i> (kompak)	0,6 – 0,8	30 – 50	40 – 45	120 – 200
<i>Very Dense</i> (sangat kompak)	0,8 – 1,0	> 50	> 45	> 200

(Mayerhof, 1965 dalam buku Bowles 1996)

Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang dikenal mampu menyediakan sarana untuk untuk mengolah informasi dalam bentuk data spasial dan dapat menyimpan informasi dalam *database* yang berlapis-lapis (Prahasta, 2009). Sistem ini menyediakan fasilitas yang memungkinkan data dapat disimpan, dianalisis, dan diperbarui secara efisien sehingga menghasilkan bentuk informasi lainnya seperti peta dan tabel yang sangat diperlukan dalam pemetaan geoteknik.

Data SIG tersusun oleh dua komponen penting yaitu data spasial dan data atribut. Data spasial merepresentasikan posisi atau lokasi geografis dari suatu obyek di permukaan bumi, sedangkan data atribut memberikan deskripsi atau penjelasan dari suatu obyek (Ekadinata dkk, 2008). Data spasial dan data atribut pada pemetaan kepadatan tanah di Kabupaten Sukoharjo dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Data Spasial dan Data Atribut pada Pemetaan Kepadatan Tanah di Kabupaten Sukoharjo.

Nama Layer	Jenis Layer	Keterangan
Administrasi	Poligon (polygon)	Merepresentasikan batas-batas administrasi seperti : batas kabupaten dan batas kecamatan
Transportasi	Garis (line)	Merepresentasikan sarana transportasi seperti: jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten dan rel kereta
Drainase	Garis (line)	Merepresentasikan sarana drainase seperti: badan sungai, sistem irigasi, sistem drainase kota.
Titik CPT	Titik (point)	Merepresentasikan lokasi titik CPT yang di dalamnya memuat berbagai data atribut antara lain: 1. Alamat lokasi CPT 2. Kode lokasi CPT 3. Nama kelurahan 4. Tanggal CPT 5. Jumlah titik uji 6. Koordinat lokasi CPT 7. Elevasi muka tanah 8. Kedalaman lapis kepadatan tanah 9. Elevasi lapis kepadatan tanah

METODE PENELITIAN

Data-data CPT dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret tahun 2004-2016 yang berlokasi di Kabupaten Sukoharjo dikumpulkan, dipilih yang alamatnya jelas kemudian dilakukan suvei GPS. Data-data CPT tersebut kemudian dianalisis untuk mencari nilai kedalaman lapis kepadatan tanah dengan cara meninjau tabel atau grafik hasil rekapitulasi CPT pada setiap titik lubang uji. Nilai kedalaman ditinjau pada saat manometer menunjukkan nilai q_c 20 kg/cm² untuk kepadatan tanah *very loose*, q_c 40 kg/cm² untuk tanah *loose*, q_c 120 kg/cm² untuk tanah *medium dense*, q_c 200 kg/cm² untuk tanah *dense*, dan q_c 250 kg/cm² untuk tanah *very dense* yang pertama kali. Jadi, nilai q_c yang ditinjau adalah nilai q_c lapis kepadatan tanah pada lapisan tanah yang paling atas. Misalkan pada suatu titik CPT tabel manometer menunjukkan q_c 20 kg/cm² pada kedalaman 2 m, maka jika ditemukan lagi q_c 20 kg/cm² pada kedalaman berikutnya hal tersebut diabaikan. Kemudian seterusnya belaku untuk q_c 40 kg/cm², q_c 120 kg/cm², q_c 200 kg/cm², dan sampai pada q_c 250 kg/cm². Setelah itu nilai kedalaman lapis kepadatan tanah tiap titik uji dirata-rata untuk mencari kedalaman lapis kepadatan tanah dalam satu lokasi proyek tersebut.

Langkah selanjutnya, data-data CPT di-*plott*-kan ke Peta Kabupaten Sukoharjo yang diolah dari Peta Dasar Rupa Bumi Indonesia Digital lembar-lembar Sukoharjo skala 1:25.000 dari Badan Informasi Geospasial. Data CPT yang telah di-*plott*-kan ke Peta Kabupaten Sukoharjo diolah sehingga terbentuk Peta Sebaran CPT berdasarkan lapis kepadatan tanah di Kabupaten Sukoharjo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

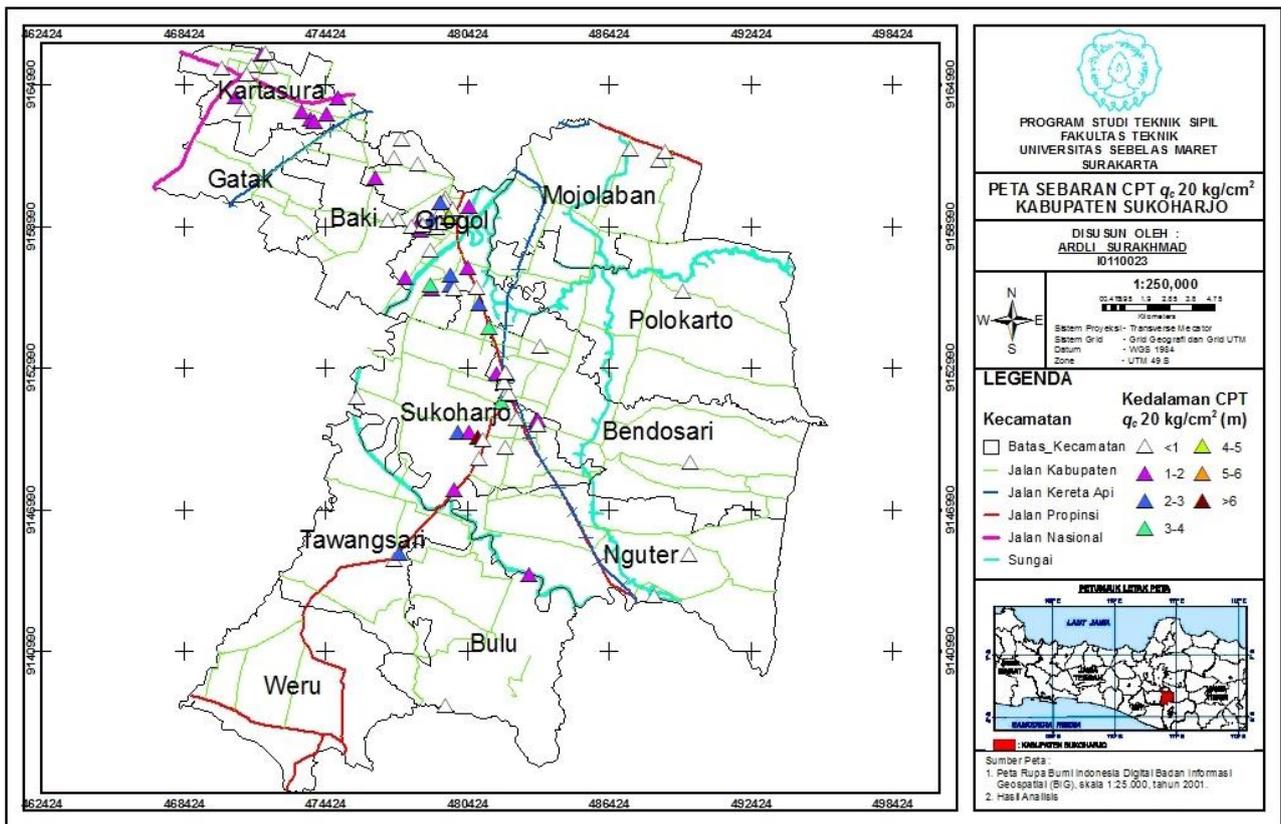
Data CPT

Lokasi CPT yang di-*plott*-kan dalam peta tersebar di beberapa kecamatan sebagai berikut:

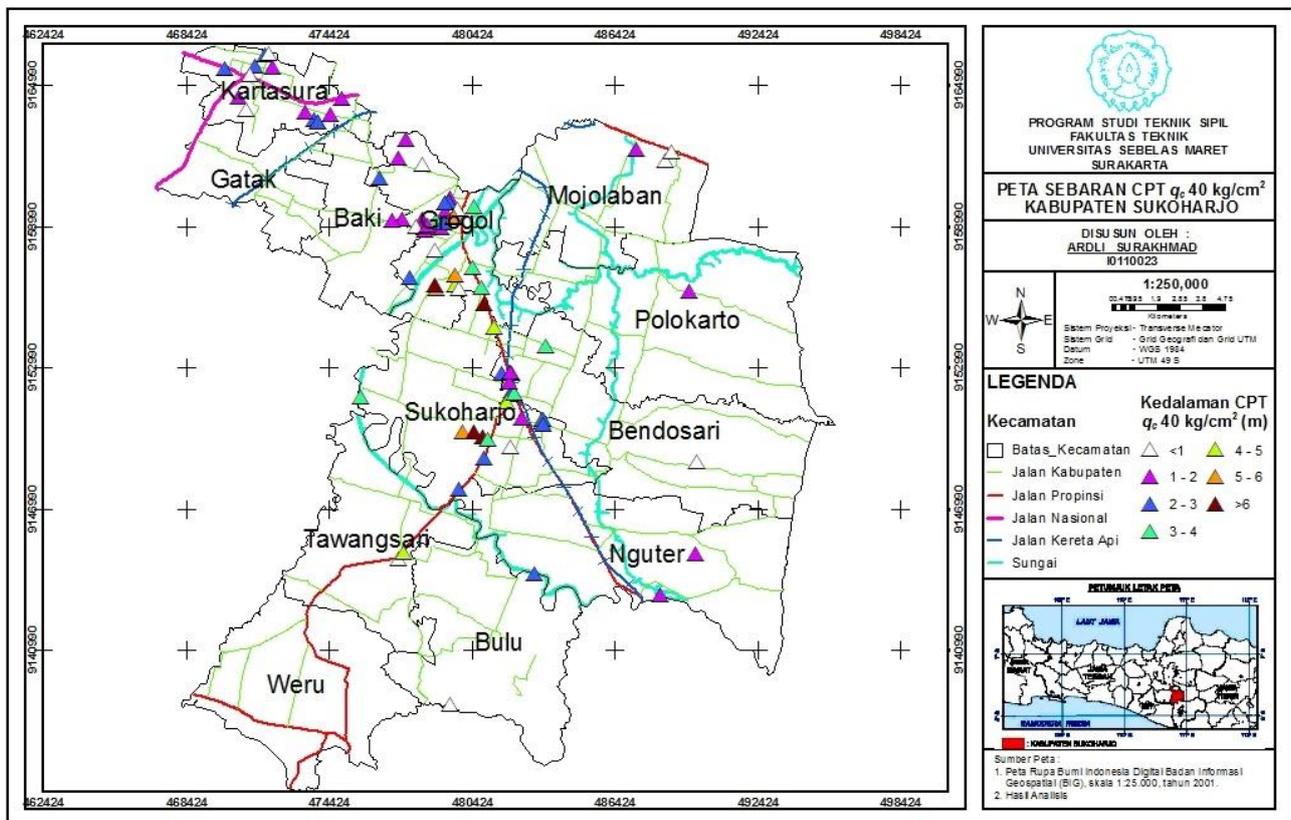
- Kecamatan Grogol : 37 lokasi CPT
 - Kecamatan Sukoharjo : 18 lokasi CPT
 - Kecamatan Kartasura : 16 lokasi CPT
 - Kecamatan Bendosari : 8 lokasi CPT
 - Kecamatan Nguter : 4 lokasi CPT
 - Kecamatan Mojolaban : 3 lokasi CPT
 - Kecamatan Tawang Sari : 2 lokasi CPT
 - Kecamatan Polokarto : 1 lokasi CPT
 - Kecamatan Bulu : 1 lokasi CPT
- Data CPT di Kabupaten Sukoharjo 2004-2016 : 137 lokasi CPT
 - Data CPT yang digunakan dalam penelitian : 90 lokasi CPT

Peta Sebaran CPT Berdasarkan Lapis Kepadatan Tanah

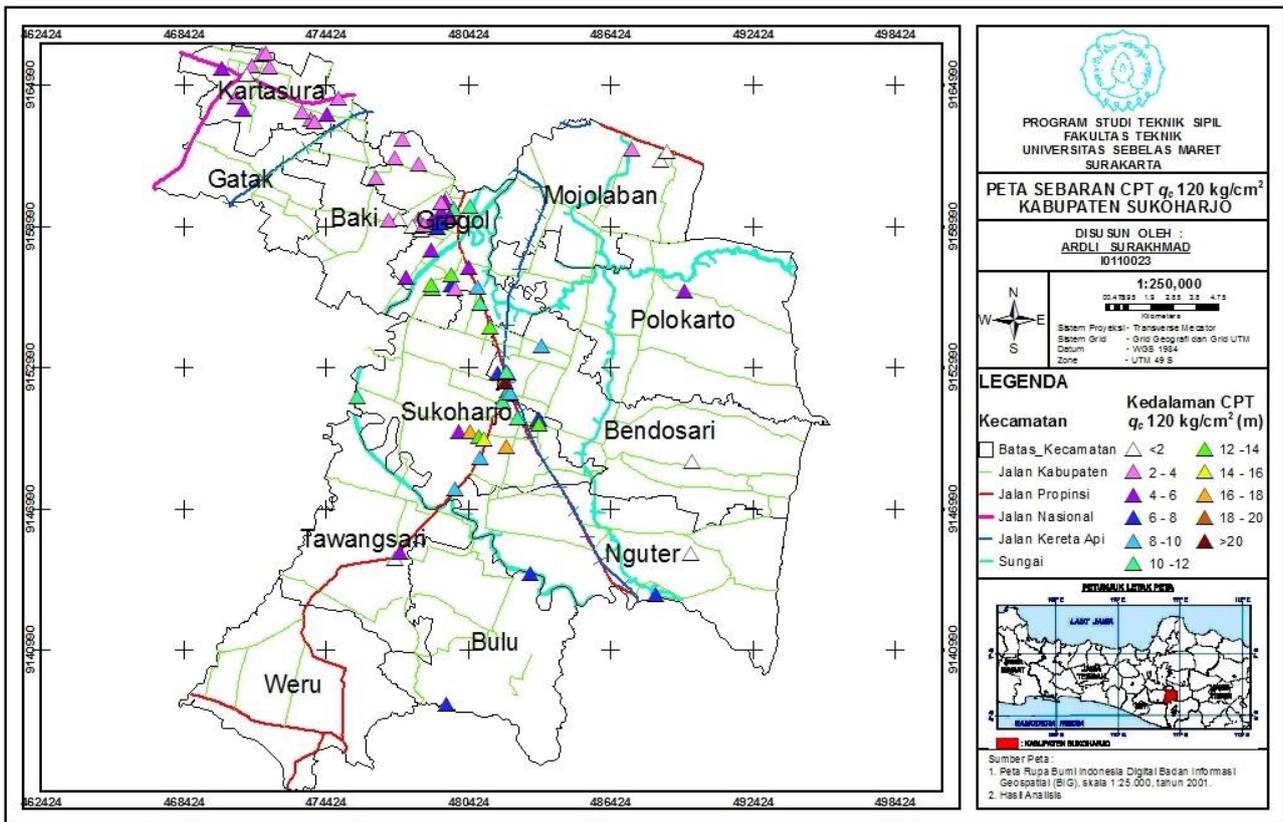
Data CPT di-*plott*-kan ke dalam Peta Kabupaten Sukoharjo sehingga dapat dilihat sebaran titik-titik yang merepresentasikan lokasi CPT. Titik-titik tersebut diberi gradasi warna sesuai tingkat kedalaman dari permukaan tanah pada setiap lapis tingkat kepadatan tanah. Variasi kedalaman tiap lapis tingkat kepadatan tanah dan *trend* penyebarannya dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 5.



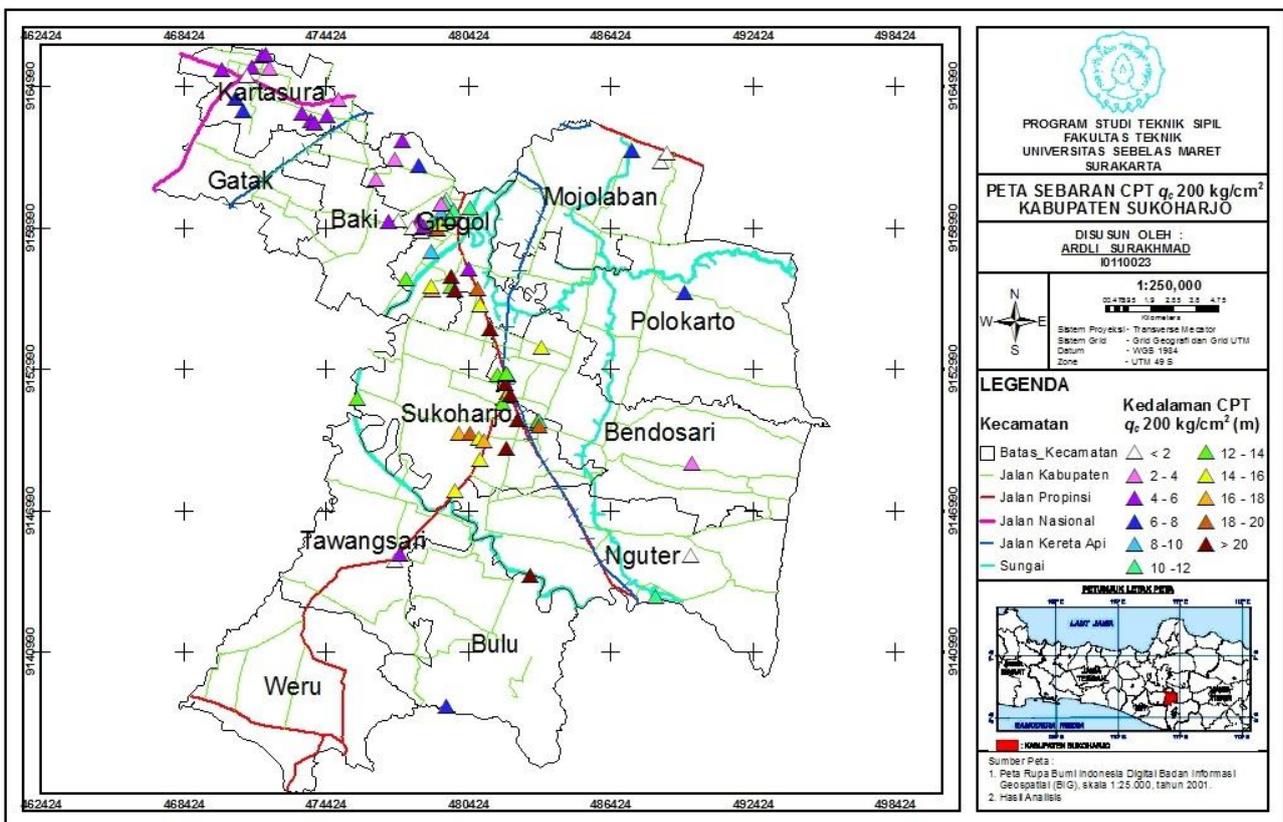
Gambar 1. Peta Sebaran Peta sebaran CPT q_c 20 kg/cm²



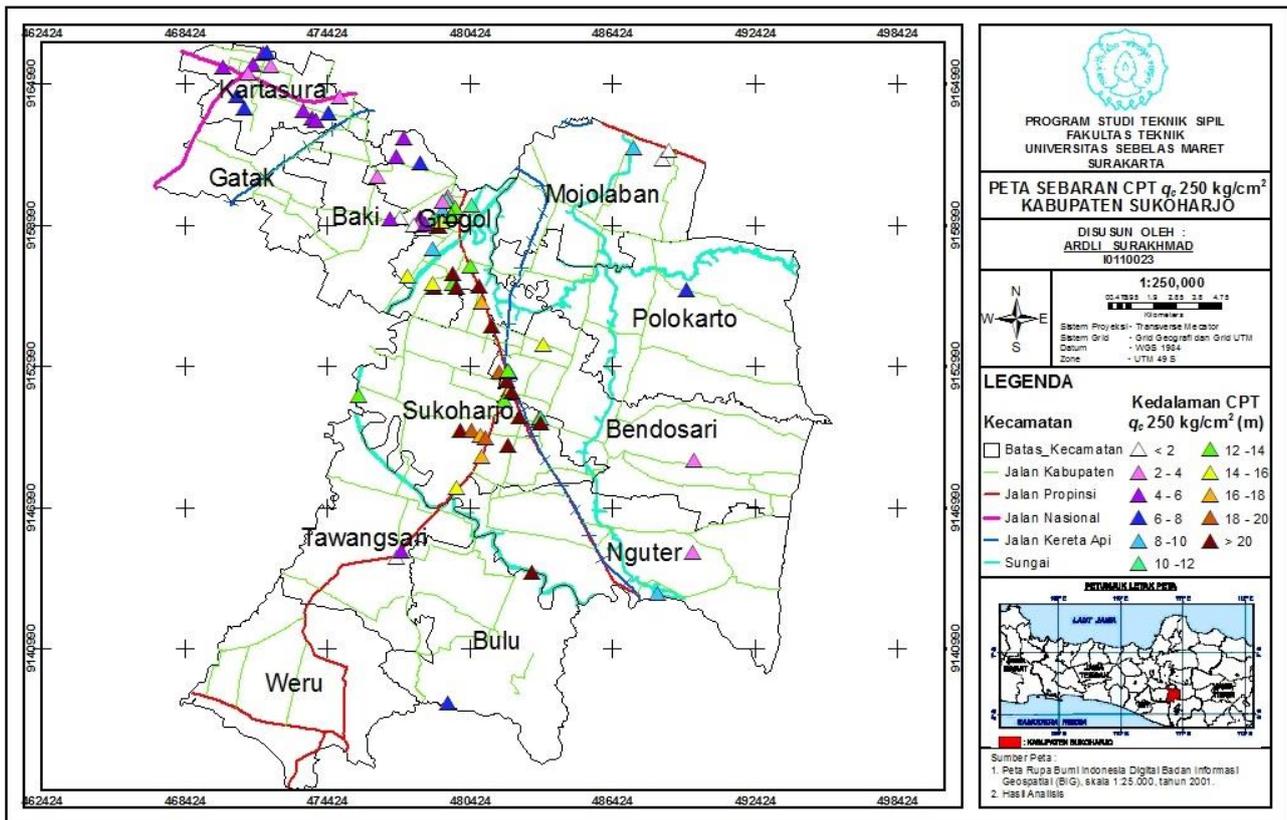
Gambar 2. Peta Sebaran Peta sebaran CPT q_c 40 kg/cm²



Gambar 3. Peta Sebaran Peta sebaran CPT q_c 120 kg/cm²



Gambar 4. Peta Sebaran Peta sebaran CPT q_c 200 kg/cm²



Gambar 5. Peta Sebaran Peta sebaran CPT q_c 250 kg/cm²

KESIMPULAN

Sebaran CPT menunjukkan *trend* kepadatan tanah yang cukup baik di wilayah Kabupaten Sukoharjo bagian pinggir terutama di wilayah bagian utara. Pada wilayah ini kedalaman tanah sangat kompak pada q_c 250 kg/cm² rata-rata 4-5 meter dari permukaan tanah. Wilayah ini meliputi Kecamatan Kartasura, Kecamatan Mojolaban, dan Kecamatan Gregol bagian utara. *Trend* kepadatan tanah yang kurang baik ditemukan di wilayah Kabupaten Sukoharjo bagian tengah yang meliputi wilayah Kecamatan Sukoharjo, Kecamatan Gregol bagian selatan, dan Kecamatan Bendosari bagian barat dengan kedalaman tanah sangat kompak pada q_c 250 kg/cm² rata-rata 15-17 meter dari permukaan tanah.

SARAN

Sumber data perlu ditambah tidak hanya data dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret. Kemudian pengembangan basis data dengan jaringan internet diperlukan agar dapat tercipta sistem informasi geografis secara nasional sehingga basis data dapat *real time* terkoneksi dari daerah ke pusat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Ibu Dr. Niken S. Surjandari, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Agus P. Saido, M.Sc. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penyusunan makalah ini. Terimakasih kepada Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret atas data dan informasi yang menunjang penyusunan makalah ini.

REFERENSI

- Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis and Design* (5th ed). Singapore: McGraw-Hill Inc.
- Das, B. M. (2011). *Principle of Foundation Engineering* (7th ed). United States of America: Cengage Learning.
- Ekadinata, A. dkk., 2008. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1: Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source*. Bogor: World Agroforestry Centre.

Prahasta, E. (2009). Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Bandung: Informatika.