

SKRIPSI
STRATIGRAFI LAPISAN TANAH KOTA BANJARMASIN BERDASARKAN DATA
CONE PENETRATION TEST (CPT)* BERBASIS *GEOGRAPHIC INFORMATION
SYSTEM (GIS)* DENGAN METODE *THIESSEN POLYGONS (VORONOI DIAGRAM)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat



Disusun Oleh :

Yohanes Pangidoan Maul'uli Kekandana Hutabarat

NIM. 2110811310064

Dosen Pembimbing I :

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

NIP. 19750719 200003 1 001

Dosen Pembimbing II :

Eddy Nashrullah, S.T., M.T.

NIP. 19910708 202203 1 005

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU

2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yohanes Pangidoan Mual'uli Kekandana Hutabarat
NIM : 211081131064
Fakultas : Teknik
Program Studi : S-1 Teknik Sipil
Judul Skripsi : Stratigrafi Lapisan Tanah Kota Banjarmasin Berdasarkan Data *Cone Penetration Test (Cpt)* Berbasis *Geographic Information System (Gis)* Dengan Metode *Thiessen Polygons* (Voronoi Diagram)
Pembimbing Utama : Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T.
Pembimbing Pendamping : Eddy Nashrullah, S.T., M.T.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 10 Mei 2025

Penulis,

Yohanes Pangidoan Mual'uli Kekandana Hutabarat
NIM. 2110811310064

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Stratigrafi Lapisan Tanah Kota Banjarmasin Berdasarkan Data *Cone Penetration Test (CPT)* Berbasis *Geographic Information System (GIS)* Dengan Metode *Thiessen Polygons (Voronoi Diagram)*

Oleh

Yohanes Pangidoan Muall'uli Kekandana Hutabarat (2110811310064)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 16 Juni 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Markawie, M.T.

NIP. 19631016 199201 1 001

Anggota 1 : Gawit Hidayat S.T., M.T.

NIP. 19721028 199702 1 001

Pembimbing : Eddy Nashrullah, S.T., M.T.


Pendamping NIP. 19910708 202203 1 005


Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T.

Utama NIP. 19750719 20003 1 001

Banjarbaru, 10 JULI 2025

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

ABSTRAK

Kota Banjarmasin memiliki karakteristik tanah lunak yang kompleks dan bervariasi, sehingga diperlukan kajian geoteknik yang akurat untuk mendukung perencanaan pembangunan infrastruktur secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menganalisis stratigrafi lapisan tanah di Kota Banjarmasin berdasarkan data *Cone Penetration Test (CPT)*, dengan *Geographic Information System (GIS)* menggunakan metode *Thiessen Polygons*.

Metode *Thiessen Polygons* membagi wilayah studi menjadi zona pengaruh berdasarkan kedekatan spasial terhadap titik uji CPT, dengan asumsi bahwa setiap zona memiliki karakteristik tanah yang serupa dengan titik CPT di pusatnya. Sebanyak 122 titik data CPT yang terdiri atas *nilai cone resistance* (q_c) dan *sleeve friction* (f_s) digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik tanah secara vertikal. Data ini dikalibrasi terhadap elevasi permukaan menggunakan peta kontur dan data elevasi digital guna memperoleh representasi stratigrafi yang akurat. Pemetaan dilakukan pada lima kedalaman (1 m, 4 m, 7 m, 12 m, dan 20 m) dengan hasil yang divisualisasikan dalam bentuk poligon dan penampang melintang (*cross section*) melalui fitur *3D Analysis* pada aplikasi GIS. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil *Thiessen Polygons* terhadap data primer menggunakan nilai *Root Mean Square Error (RMSE)*.

Hasil akhir penelitian berupa peta stratigrafi tanah Kota Banjarmasin yang menggambarkan sebaran jenis tanah pada berbagai kedalaman dengan jenis tanah yang berbeda- dari tanah sangat lunak hingga tanah keras. Nilai *RMSE* untuk parameter q_c dan f_s pada titik kontrol berada di bawah $0,1 \text{ kg/cm}^2$, menunjukkan bahwa metode *Thiessen Polygons* yang terintegrasi dengan GIS merupakan metode yang dapat digunakan dan efektif dalam menyajikan informasi geoteknik secara komprehensif. Peta ini diharapkan menjadi referensi teknis dalam perencanaan pondasi, pengendalian penurunan tanah, serta pengembangan tata ruang wilayah.

Kata kunci: Stratigrafi Tanah, *Cone Penetration Test (CPT)*, *Geographic Information System GIS*, *Thiessen Polygons*.

ABSTRACT

Banjarmasin City has soft soil characteristics that are complex and highly variable, necessitating accurate geotechnical studies to support optimal infrastructure development planning. This study aims to map and analyze the soil stratigraphy in Banjarmasin based on Cone Penetration Test (CPT) data using a Geographic Information System (GIS) approach with the Thiessen Polygons method.

Thiessen Polygons method divides the study area into zones of influence based on spatial proximity to CPT test points, assuming that each zone has similar soil characteristics to the CPT point at its center. A total of 122 CPT data points, consisting of cone resistance (q_c) and sleeve friction (f_s) values, were used to identify soil types and characteristics vertically. The data were calibrated against surface elevation using contour maps and digital elevation data to obtain an accurate stratigraphic representation. Mapping was conducted at five depths (1 m, 4 m, 7 m, 12 m, and 20 m), with results visualized in the form of polygons and cross-sections using the 3D Analysis feature in GIS application. Validation was carried out by comparing the Thiessen Polygons results with primary data using the Root Mean Square Error (RMSE) value.

The final result of the study is a stratigraphic soil map of Banjarmasin City, illustrating the distribution of various soil types at different depths, ranging from very soft to hard soils. The RMSE values for the q_c and f_s parameters at the control points are below 0.1 kg/cm^2 , indicating that the Thiessen Polygon method integrated with GIS is a viable and effective approach for presenting geotechnical information comprehensively. This map is expected to serve as a technical reference for foundation planning, soil settlement control, and regional spatial development.

Keywords: *Soil Stratigraphy, Cone Penetration Test (CPT), Geographic Information System GIS, Thiessen Polygons.*

KATA PENGANTAR.

Segala syukur dan puji hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan, dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Stratigrafi Lapisan Tanah Kota Banjarmasin Berdasarkan Data *Cone Penetration Test (CPT)* Berbasis *Geographic Information System (GIS)* Dengan Metode *Thiessen Polygons (Voronoi Diagram)*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat.

Penyusunan skripsi ini bukanlah perjalanan yang mudah. banyak pihak yang turut serta membantu, membimbing, maupun memberikan dukungan yang menjadikan penulis memiliki motivasi untuk bisa menyelesaikan kuliah dengan baik. Dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Kepada diri saya sendiri, yang telah bertahan hingga saat ini dan mengingat bahwa setiap langkah kecil yang telah diambil adalah bagian dari perjalanan, meskipun terasa sulit atau lambat. Berbahagialah selalu apapun kekurangan dan kelebihanmu mari tetap berjuang untuk kedepannya.
- Keluarga penulis, terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah putus, kesabaran dalam menunggu, dan keyakinan kalian sehingga penulis tetap melangkah.
- Bapak Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, dan motivasi sejak awal penyusunan hingga akhir. Bimbingan beliau sangat membantu penulis dalam menyusun skripsi ini
- Bapak Eddy Nashrullah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, dan arahan dengan penuh kesabaran, serta membantu memperluas sudut pandang penulis. Bimbingan beliau sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
- Bapak/Ibu Dosen Penguji, atas waktu, perhatian, dan saran yang diberikan selama proses seminar dan sidang. Masukan yang diberikan sangat berarti untuk memperbaiki kualitas tulisan ini.

- Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Segenap dosen dan staff akademik Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat selama masa perkuliahan.
- Teman-teman Angkatan Teknik Sipil 21, yang telah menjadi rekan seperjuangan, baik dalam kegiatan akademik maupun non-akademik.
- Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil, khususnya Divisi 4, atas kerja sama, loyalitas, dan dukungan dalam organisasi yang telah memberikan banyak pelajaran non-akademik.
- Ara, Hafi, Irwina, Naufal, Nadia, dan Nadiya, teman-teman dekat yang telah kebersamai sejak semester awal. Terima kasih atas segala semangat, tawa, dan menjadi tempat bercerita selama perkuliahan.
- Zaini, Duhan, Akbar, Mashen, Yuhyen selaku teman dekat yang senantiasa memberi dukungan, dan semangat.
- Akhmad Risky Rahmadani selaku teman seperjuangan skripsi, terima kasih yang sebesar-besarnya atas kebersamaan dan kerja sama yang sangat berarti.

Keterbatasan ilmu, pengalaman, dan waktu membuat skripsi ini tentu memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan pengembangan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini tidak hanya menjadi syarat akademik, tetapi juga bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang geoteknik dan teknologi informasi spasial, serta menjadi batu loncatan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Banjarbaru, Mei 2025

Penulis

Yohanes Pangidoan Mual'uli Kekandana Hutabarat

NIM. 2110811310064

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Lokasi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Stratigrafi.....	5
2.2.1 Konsep Dasar Stratigrafi Tanah	6
2.2.2 Metode-metode Untuk Menentukan Stratigrafi	7
2.3 <i>Cone Penetration Test (CPT)</i>	8
2.4 <i>Geographic Information System (GIS)</i>	14

2.4.1	Komponen Utama <i>Geographic Information System (GIS)</i>	14
2.4.2	<i>Geographic Information System (GIS)</i> dalam Geoteknik	16
2.5	Metode <i>Thiessen Polygons</i> (Voronoi Diagram)	17
2.5.1	Keuntungan dan Kekurangan Metode <i>Thiessen Polygon</i>	18
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2	Studi Literatur	20
3.3	Pengumpulan Data	20
3.3.1	Data Primer – Data <i>CPT (Cone Penetraton Test)</i>	20
3.3.2	Data Sekunder	20
3.4	Pengolahan Data.....	21
3.4.1	Analisis Data <i>CPT</i>	21
3.4.2	Kalibrasi Data <i>CPT</i> dengan Elevasi Permukaan	21
3.4.3	Klasifikasi Nilai q_c dan f_s	22
3.4.4	Penerapan Metode <i>Thiessen Polygons</i>	23
3.4.5	Pembuatan Raster.....	24
3.4.6	Pemotongan Raster (<i>Clip Raster</i>).....	24
3.4.7	Konversi Raster ke <i>3D Surface</i>	24
3.4.8	<i>Exploratory 3D Analysis</i>	25
3.5	Validasi dan Verifikasi.....	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1	Hasil dan Pembahasan Stratigrafi Tiap Kedalaman	28
4.1.1	Kedalaman 1 Meter	29
4.1.2	Kedalaman 4 Meter	33

4.1.3 Kedalaman 7 Meter	37
4.1.4 Kedalaman 12 Meter	41
4.1.5 Kedalaman 20 Meter	45
4.2 Kontrol	49
4.2.1 Titik S3	49
4.2.2 Titik S4	51
4.2.3 Titik S6	53
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN A	60
LAMPIRAN B	74
LAMPIRAN C	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kolerasi Antara Jenis Tanah Dengan Nilai Friction Ratio (FR).....	13
Tabel 2. 2 Kolerasi Konsistensi Tanah Dengan Tahanan Konus (q_c)	13
Tabel 2. 3 Korelasi Konsistensi Tanah Kohesif dengan Nilai Sleeve Friction (f_s).....	13
Tabel 3. 1 Tabel Kalibrasi	22
Gambar 4. 1 Peta Sebaran Titik-titik Pengujian CPT di Kota Banjarmasin	Tabel 3. 2
Tabel Kalibrasi	22
Tabel 3. 3 Tabel Klasifikasi Nilai R_f	23
Tabel 4. 1 Nilai q_c pada Kedalaman 1 Meter.....	30
Tabel 4. 2 Nilai f_s pada Kedalaman 1 Meter.....	32
Tabel 4. 3 Nilai q_c pada Kedalaman 4 Meter.....	34
Tabel 4. 4 Nilai f_s pada Kedalaman 4 Meter.....	36
Tabel 4. 5 Nilai q_c pada Kedalaman 7 Meter.....	38
Tabel 4. 6 Nilai f_s pada Kedalaman 7 Meter.....	40
Tabel 4. 7 Nilai q_c pada Kedalaman 12 Meter.....	42
Tabel 4. 8 Nilai f_s pada Kedalaman 12 Meter.....	44
Tabel 4. 9 Nilai q_c pada Kedalaman 20 Meter.....	46
Tabel 4. 10 Nilai f_s pada Kedalaman 20 Meter.....	48
Tabel 4. 11 Nilai Kontrol q_c di Titik S3	50
Tabel 4. 12 Nilai Kontrol f_s di titik S3.....	50
Tabel 4. 13 Nilai Kontrol q_c di titik S4.....	52
Tabel 4. 14 Nilai Kontrol f_s di titik S4.....	52
Tabel 4. 15 Nilai Kontrol q_c di titik S6.....	53
Tabel 4. 16 Nilai Kontrol f_s di titik S6.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta Wilayah Kota Banjarmasin.....	4
Gambar 2. 1	Alat Sondir dengan Konus Biasa.....	10
Gambar 2. 2	Alat Konus.....	11
Gambar 2. 3	Penentuan Jenis Tanah Berdasarkan Hasil Pengujian CPT Mekanik	12
Gambar 2. 4	Uji Penetrasi Kerucut (CPT) Berdasarkan Tipe Perilaku Tanah (SBT) Sistem Klasifikasi Pembaruan. Menurut Robertson, (1990).....	12
Gambar 2. 5	Komponen-komponen GIS	14
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 4. 1	Peta Sebaran Titik-titik Pengujian CPT di Kota Banjarmasin	28
Gambar 4. 2	Peta Nilai qc pada Kedalaman 1 Meter	29
Gambar 4. 3	Profil Melintang Nilai qc pada Kedalaman 1 Meter	29
Gambar 4. 4	Peta Nilai fs pada Kedalaman 1 Meter.....	31
Gambar 4. 5	Profil Melintang Nilai fs pada Kedalaman 1 Meter	31
Gambar 4. 6	Profil Melintang Nilai qc pada Kedalaman 4 Meter	33
Gambar 4. 7	Peta Nilai qc pada Kedalaman 4 Meter	33
Gambar 4. 8	Peta Nilai fs pada Kedalaman 4 Meter.....	35
Gambar 4. 9	Profil Melintang Nilai fs pada Kedalaman 4 Meter	35
Gambar 4. 10	Peta Nilai qc pada Kedalaman 7 Meter	37
Gambar 4. 11	Profil Melintang Nilai qc pada Kedalaman 7 Meter	37
Gambar 4. 12	Peta Nilai fs pada Kedalaman 7 Meter.....	39
Gambar 4. 13	Profil Melintang Nilai fs pada Kedalaman 7 Meter	39
Gambar 4. 14	Peta Nilai qc pada Kedalaman 12 Meter	41
Gambar 4. 15	Profil Melintang Nilai qc pada Kedalaman 12 Meter	41
Gambar 4. 16	Peta Nilai fs pada Kedalaman 12 Meter.....	43
Gambar 4. 17	Profil Melintang Nilai fs pada Kedalaman 12 Meter	43
Gambar 4. 18	Peta Nilai qc pada Kedalaman 20 Meter	45
Gambar 4. 19	Profil Melintang Nilai qc pada Kedalaman 20 Meter	45
Gambar 4. 20	Peta Nilai fs pada Kedalaman 20 Meter.....	47

Gambar 4. 21 Profil Melintang Nilai fs pada Kedalaman 20 Meter	47
Gambar 4. 22 Peta Letak Titik S3	49
Gambar 4. 23 Peta Letak Titik S4	51
Gambar 4. 24 Peta Letak Titik S6	53