



Analisis Penyelidikan Uji Tanah Lapangan untuk Daya Dukung Tanah dan Rekomendasi Pondasi pada Proyek RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat Lawang – Malang

Rozzaq Alfian Mustofa

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sunan Giri Surabaya

*Penulis korespondensi: rozzaqmustofa13@gmail.com¹

Abstract. *This study aims to analyze soil characteristics, soil bearing capacity, and foundation recommendations for the construction project of Dr. Radjiman Wediodiningrat Mental Hospital in Lawang–Malang using the Cone Penetration Test (CPT) method. The research method used is a quantitative approach with field research through field testing at observation points S1, S2, and S3. The data obtained were analyzed based on the Cone Resistance (q_c), Friction Ratio (R_f), cone pressure (C_n), and the amount of adhesive resistance (JHP) to determine the bearing capacity of the foundation. The results showed that the soil layer at a depth of 0–2 meters was dominated by soft soil in the form of clay and silt, while at a depth of 4–7 meters a layer of dense to very dense sand was found with a q_c value ranging from 100–150 kg/cm² and an R_f value of less than 2%. These conditions indicate that the deep soil layer has good bearing capacity for deep foundations. Based on the analysis, Strauss pile foundations with diameters of 30 cm, 40 cm, and 50 cm are recommended as the appropriate foundation type to support the structural stability of the hospital building.*

Keywords: *Cone Penetration Test; Soil Bearing Capacity; Soil Characteristics; Soil Investigation; Strauss Pile Foundation.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah, kapasitas daya dukung tanah, dan rekomendasi pondasi pada proyek pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat Lawang–Malang menggunakan metode *Cone Penetration Test* (CPT). Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan *field research* melalui pengujian lapangan pada titik pengamatan S1, S2, dan S3. Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan nilai *Cone Resistance* (q_c), *Friction Ratio* (R_f), tekanan konus (C_n), dan jumlah hambatan pekat (JHP) untuk menentukan daya dukung pondasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan tanah pada kedalaman 0–2 meter didominasi tanah lunak berupa lempung dan lanau, sedangkan pada kedalaman 4–7 meter ditemukan lapisan pasir padat hingga sangat padat dengan nilai q_c berkisar 100–150 kg/cm² dan nilai R_f kurang dari 2%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lapisan tanah dalam memiliki daya dukung yang baik untuk pondasi dalam. Berdasarkan hasil analisis, pondasi *Strauss pile* dengan diameter 30 cm, 40 cm, dan 50 cm direkomendasikan sebagai jenis pondasi yang sesuai untuk mendukung kestabilan struktur bangunan rumah sakit.

Kata Kunci: *Cone Penetration Test; Daya Dukung Tanah; Karakteristik Tanah; Penyelidikan Tanah; Pondasi Strauss Pile.*

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit jiwa merupakan fasilitas kesehatan yang menyediakan layanan khusus bagi individu dengan gangguan kesehatan mental. Berbeda dengan rumah sakit umum, rumah sakit jiwa berfokus pada pelayanan kesehatan mental melalui perawatan, pengobatan, dan terapi yang dilakukan secara rutin maupun khusus. Selain itu, rumah sakit jiwa juga berperan dalam membentuk pola hidup sehat pasien agar mampu berintegrasi dengan baik di lingkungan masyarakat. Kesehatan jiwa sendiri mencerminkan kondisi seseorang yang mampu menjalani aktivitas sehari-hari tanpa mengalami gangguan mental yang berarti (Prastiyo et al., 2020).

Dalam pembangunan fasilitas kesehatan seperti rumah sakit jiwa, aspek konstruksi menjadi faktor yang sangat penting, khususnya terkait kondisi tanah sebagai dasar pendukung

struktur bangunan. Tanah merupakan elemen utama dalam berbagai proyek konstruksi teknik sipil, mulai dari pembangunan gedung hingga infrastruktur berskala besar. Sebagai material dasar konstruksi, tanah memiliki peran penting dalam menopang stabilitas dan integritas struktur bangunan, sehingga diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai sifat dan karakteristik tanah sebelum proses pembangunan dilakukan (Farhan et al., 2024).

Penyelidikan tanah menjadi salah satu tahapan penting dalam bidang geoteknik untuk memperoleh informasi mengenai sifat dan karakteristik tanah yang digunakan sebagai dasar perencanaan konstruksi. Berdasarkan SNI 8460-2017, penyelidikan tanah terdiri atas penyelidikan lapangan (*in situ test*) dan penyelidikan laboratorium (Simorangkir et al., 2022). Salah satu metode penyelidikan lapangan yang umum digunakan adalah *Cone Penetration Test* (CPT) atau uji sondir. Pengujian ini digunakan untuk memperkirakan kedalaman lapisan tanah keras melalui pengukuran nilai perlawanan penetrasi konus (*cone resistance*). Nilai tersebut menunjukkan besarnya tahanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya per satuan luas (Hartono et al., 2022).

Data hasil uji CPT sangat penting dalam analisis daya dukung tanah dan penentuan jenis pondasi yang sesuai. Perhitungan daya dukung pondasi umumnya menggunakan metode yang dikembangkan dari rumus Meyerhof tahun 1956, sehingga dapat diperoleh nilai kapasitas daya dukung pondasi pada suatu konstruksi bangunan (Hartono et al., 2022). Daya dukung tanah sendiri merupakan kemampuan tanah dalam menopang beban pondasi tanpa mengalami keruntuhan geser, yang dipengaruhi oleh kekuatan geser tanah. Parameter utama yang diperoleh dari pengujian sondir adalah nilai perlawanan konus (q_c) dan hambatan lekat (f_s). Nilai q_c digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan konsistensi tanah, sedangkan nilai f_s dan rasio geser (R_f) digunakan untuk membedakan tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar (Bela & Sianto, 2022).

Pentingnya analisis tanah dalam konstruksi tidak dapat diabaikan karena berkaitan langsung dengan keamanan dan stabilitas struktur bangunan. Namun, penelitian mengenai pengaruh karakteristik tanah terhadap pemilihan jenis pondasi yang sesuai masih terbatas, khususnya pada proyek konstruksi fasilitas kesehatan. Keterbatasan tersebut dapat menyebabkan kurang optimalnya perencanaan pondasi pada kondisi tanah tertentu. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan analisis mengenai daya dukung tanah serta rekomendasi pondasi yang tepat berdasarkan hasil investigasi lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil penyelidikan uji tanah lapangan terhadap daya dukung tanah serta memberikan rekomendasi pondasi pada proyek pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan

informasi mengenai karakteristik tanah, kapasitas daya dukung tanah, serta rekomendasi pondasi yang sesuai guna mendukung keamanan dan keberhasilan konstruksi bangunan.

Penelitian ini dibatasi pada analisis hasil investigasi tanah lapangan untuk mengetahui daya dukung tanah dan menentukan rekomendasi pondasi yang tepat. Penelitian tidak mencakup analisis faktor eksternal seperti topografi yang mempengaruhi kondisi tanah, serta tidak melakukan analisis uji laboratorium maupun *Standard Penetration Test* (SPT).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Tanah merupakan lapisan teratas permukaan bumi yang memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda pada setiap lokasi geografis. Dalam bidang konstruksi, tanah memiliki peranan penting sebagai media pendukung struktur bangunan. Stabilitas suatu bangunan sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah sebagai dasar pondasi, sehingga diperlukan pemahaman mengenai karakteristik tanah untuk menjamin keamanan dan kekuatan struktur bangunan (Farhan et al., 2024).

Secara umum, tanah dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan sifat teknisnya, yaitu tanah granular, tanah kohesif, tanah lanau, dan tanah organik. Tanah granular terdiri atas pasir, kerikil, batu, dan campurannya yang memiliki daya dukung tinggi, mudah dipadatkan, serta memiliki kemampuan drainase yang baik. Tanah kohesif seperti lempung dan lempung berpasir memiliki karakteristik plastisitas tinggi, mudah mengalami perubahan volume akibat kadar air, serta memiliki kekuatan geser yang menurun pada kondisi jenuh. Tanah lanau memiliki kekuatan geser rendah, permeabilitas kecil, dan sulit dipadatkan secara efektif. Sementara itu, tanah organik merupakan tanah yang mengandung material organik hasil dekomposisi tumbuhan dan hewan yang mempengaruhi karakteristik rekayasa tanah.

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilakukan untuk memperoleh informasi teknis mengenai kondisi tanah yang diperlukan dalam perencanaan pondasi, sistem perkerasan, maupun stabilitas lereng. Informasi tersebut diperoleh melalui pengujian lapangan dan pengujian laboratorium. Pengujian lapangan digunakan untuk mengetahui parameter kekuatan tanah, sedangkan pengujian laboratorium dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik, perilaku deformasi, dan sifat teknis tanah lainnya (Farhan et al., 2024).

Tujuan utama penyelidikan tanah meliputi identifikasi jenis dan kedalaman lapisan tanah, penentuan sifat fisik dan mekanik tanah, analisis daya dukung tanah untuk pondasi, serta identifikasi potensi masalah geoteknik seperti penurunan tanah dan stabilitas lereng. Metode

penyelidikan tanah dapat dilakukan melalui pengeboran, pengujian *in situ*, dan pengujian laboratorium. Pengujian *in situ* yang umum digunakan adalah *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT).

Pengujian Sondir (*Cone Penetration Test*)

Pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) merupakan salah satu metode investigasi tanah yang praktis, cepat, dan ekonomis serta mampu menghasilkan data yang detail mengenai kondisi tanah. Metode ini banyak digunakan pada kondisi tanah di Indonesia yang didominasi tanah lempung lanauan. Namun, pengujian sondir memiliki keterbatasan, yaitu tidak dapat mengambil sampel tanah untuk pengujian laboratorium dan tidak mampu menembus lapisan batuan atau pasir padat (Putri et al., 2024).

Pengujian CPT memiliki peranan penting dalam perencanaan pondasi karena mampu memberikan informasi mengenai kekuatan tanah, konsistensi tanah, dan kemampuan tanah dalam menopang beban struktur. Data hasil pengujian digunakan untuk menentukan jenis dan dimensi pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah di lokasi proyek. Informasi yang diperoleh meliputi kedalaman lapisan tanah keras, kekuatan tanah pada berbagai kedalaman, serta potensi adanya lapisan tanah lunak yang dapat mempengaruhi stabilitas pondasi.

Menurut Bowles (1991) dalam Trinanda, (2024), hasil pengujian sondir dapat digunakan untuk menentukan jenis pondasi yang sesuai serta mengevaluasi daya dukung tanah. Nilai perlawanan konus (*PK*) digunakan untuk mengidentifikasi konsistensi tanah, mulai dari tanah sangat lunak hingga tanah sangat keras. Selain itu, pengujian sondir bertujuan untuk mengetahui tahanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang menggambarkan kekuatan geser tanah.

Hasil pengujian sondir umumnya disajikan dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara kedalaman tanah dan nilai tahanan penetrasi konus. Data tersebut digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi, termasuk analisis gesekan selimut tiang dan kapasitas dukung ujung pondasi tiang.

Pondasi

Pondasi merupakan elemen struktur yang berfungsi untuk menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah di bawahnya secara aman dan merata. Pondasi menjadi bagian penting dalam menjamin stabilitas, keamanan, dan kekuatan struktur bangunan. Pemilihan jenis pondasi dipengaruhi oleh karakteristik tanah, besar beban struktur, serta kondisi lingkungan di lokasi proyek (Trinanda, 2024).

Secara umum, pondasi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal digunakan apabila lapisan tanah keras berada dekat dengan permukaan

tanah, sedangkan pondasi dalam digunakan apabila lapisan tanah keras berada pada kedalaman tertentu atau kondisi tanah permukaan tidak mampu menopang beban bangunan (Triastuti, n.d.).

Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal merupakan pondasi yang menyalurkan beban bangunan ke tanah pada kedalaman relatif dangkal. Jenis pondasi ini meliputi pondasi lajur plat beton, pondasi sumuran, pondasi bor mini, pondasi batu kali, dan pondasi batu rollag. Pemilihan pondasi dangkal harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan beban struktur yang diterima bangunan (Triastuti, n.d.).

Pondasi batu kali merupakan salah satu jenis pondasi dangkal yang banyak digunakan pada bangunan sederhana di Indonesia, khususnya rumah tinggal satu lantai. Pondasi ini memiliki kemampuan yang baik dalam menahan gaya tekan dan relatif ekonomis karena material batu kali mudah diperoleh. Selain itu, pondasi sumuran dan pondasi bor mini juga sering digunakan pada kondisi tanah tertentu dengan mempertimbangkan kedalaman dan kapasitas beban bangunan.

Pondasi Dalam

Pondasi dalam digunakan untuk menopang bangunan pada kondisi tanah permukaan yang kurang stabil atau ketika lapisan tanah keras berada pada kedalaman tertentu. Jenis pondasi ini meliputi pondasi *strauss pile*, *bore pile*, dan tiang pancang. Pondasi dalam dirancang dengan mempertimbangkan kapasitas daya dukung tanah, karakteristik lapisan tanah, dan beban struktur bangunan (Trinanda, 2024).

Pondasi *strauss pile* merupakan pondasi yang dibuat dengan pengeboran manual menggunakan diameter dan kedalaman relatif kecil. Pondasi ini cocok digunakan pada area permukiman karena tidak menimbulkan getaran dan kebisingan yang besar. Namun, kualitas beton pada pondasi ini relatif sulit dikontrol, terutama pada kondisi cuaca yang kurang mendukung (Pondok & Iqra, 2023).

Pondasi *bore pile* dibuat melalui proses pengeboran tanah yang kemudian diisi dengan tulangan dan beton. Pondasi ini memiliki daya dukung yang berasal dari tahanan ujung tiang (*end bearing capacity*) dan tahanan geser selimut (*friction bearing capacity*). Untuk memperoleh kapasitas daya dukung yang optimal, diperlukan investigasi tanah yang menyeluruh melalui metode statis maupun dinamis (Jusi, 2020).

Selain itu, pondasi tiang pancang juga banyak digunakan pada kondisi tanah lunak dan area dengan muka air tanah tinggi. Jenis tiang pancang meliputi tiang pancang kayu, tiang pancang beton, dan tiang pancang baja. Setiap jenis memiliki karakteristik, kelebihan, dan

keterbatasan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan konstruksi dan kondisi tanah di lokasi proyek (Triastuti, n.d.).

Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang relevan menunjukkan bahwa analisis daya dukung tanah menggunakan metode *Cone Penetration Test* (CPT) banyak digunakan dalam menentukan rekomendasi pondasi pada berbagai proyek konstruksi. Penelitian oleh Maryadi (2023) membahas analisis penyelidikan tanah menggunakan uji sondir untuk rekomendasi pondasi proyek industri di Pekanbaru. Penelitian Krisantos Ria Bela dan Paulus Sianto (2022) berfokus pada penyelidikan tanah menggunakan metode uji sondir untuk mengetahui karakteristik tanah. Selanjutnya, penelitian Trinanda et al. (2024) menggunakan data CPT dalam desain pondasi *bore pile*, sedangkan Hartono et al. (2022) menganalisis daya dukung pondasi menggunakan metode CPT pada konstruksi pabrik dan gudang. Penelitian lainnya oleh Pondok dan Iqra (2023) membahas perencanaan pondasi *strauss pile* berdasarkan data CPT.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini memiliki kesamaan dalam penggunaan metode CPT untuk analisis daya dukung tanah dan rekomendasi pondasi. Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian, objek konstruksi, serta teknik analisis yang digunakan.

Kerangka Konseptual dan Hipotesis

Kerangka konseptual penelitian menggambarkan hubungan antara hasil investigasi tanah menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT), karakteristik tanah, daya dukung tanah, dan rekomendasi jenis pondasi yang sesuai untuk proyek pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa penentuan jenis pondasi dipengaruhi oleh daya dukung tanah yang meliputi luas penampang (A), tekanan konus (C_n), jumlah hambatan pelekak (JHP), serta karakteristik tanah berdasarkan hasil pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) (Hartono et al., 2022).

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif dengan pendekatan *field research* atau *in situ research* untuk menganalisis hasil penyelidikan uji tanah lapangan terhadap daya dukung tanah serta menentukan rekomendasi pondasi pada proyek RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat. Analisis dilakukan menggunakan metode *Cone Penetration Test*

(CPT) untuk memperoleh data kondisi tanah dan menentukan jenis pondasi yang sesuai berdasarkan hasil investigasi lapangan.

Penelitian ini diharapkan menghasilkan informasi mengenai karakteristik tanah, daya dukung tanah, serta rekomendasi pondasi yang tepat guna mendukung kekuatan dan stabilitas bangunan pada proyek RSJ Dr. Radjiman Wediodingrat Lawang–Malang.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh elemen yang berkaitan dengan analisis uji tanah dan rekomendasi pondasi pada proyek RSJ Dr. Radjiman Wediodingrat. Populasi penelitian meliputi kondisi tanah pada area proyek pembangunan rumah sakit yang diuji untuk mengetahui daya dukung tanah, serta metode pengujian tanah yang dilakukan di lapangan menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT).

Sampel Penelitian

Sampel penelitian merupakan bagian dari populasi yang digunakan untuk menggambarkan kondisi tanah di area proyek secara representatif. Sampel yang digunakan berupa data tanah dari beberapa titik pengujian, yaitu titik S1, S2, dan S3, yang mewakili variasi kondisi tanah pada lokasi penelitian.



Gambar 1. Lokasi penelitian RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat.

Pengambilan data dilakukan pada beberapa kedalaman tertentu untuk mengetahui variasi daya dukung tanah pada setiap lapisan tanah. Pengujian dilakukan pada kedalaman yang berbeda, seperti 2 meter, 5 meter, dan 10 meter, guna memperoleh informasi karakteristik tanah dan kapasitas daya dukung tanah pada lokasi proyek.

Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel digunakan untuk menjelaskan variabel penelitian secara objektif dan terukur sehingga memudahkan proses analisis data. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam menahan beban yang bekerja pada permukaan atau lapisan tanah tertentu. Daya dukung tanah diukur berdasarkan hasil pengujian lapangan menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT) dan dinyatakan dalam satuan tekanan, seperti kN/m^2 atau ton/m^2 .

Karakteristik Tanah

Karakteristik tanah mengacu pada klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, komposisi, dan konsistensi tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam menopang beban struktur. Karakteristik tanah diperoleh dari hasil pengujian tanah di lapangan.

Jenis Pondasi

Jenis pondasi merupakan rekomendasi pondasi yang ditentukan berdasarkan hasil analisis daya dukung dan karakteristik tanah. Jenis pondasi yang direkomendasikan dapat berupa pondasi dangkal maupun pondasi dalam yang disesuaikan dengan kondisi tanah dan beban struktur bangunan.

Metode dan Sumber Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan melalui pengujian lapangan menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT). Pengujian ini dilakukan dengan menusukkan konus ke dalam tanah pada kecepatan konstan untuk memperoleh data resistansi konus dan hambatan lekat tanah. Data hasil pengujian digunakan untuk menentukan profil tanah dan estimasi daya dukung tanah pada kedalaman tertentu.

Hasil pengujian CPT memberikan informasi mengenai resistansi tanah dan friksi selimut tanah yang digunakan dalam analisis daya dukung tanah serta penentuan jenis pondasi yang sesuai.

Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari hasil pengujian lapangan dan pengamatan kondisi tanah pada lokasi proyek. Data primer meliputi:

- 1) Hasil pengujian *Cone Penetration Test* (CPT).
- 2) Data pengamatan lapangan terkait kondisi geoteknik, jenis tanah, kelembaban tanah, dan kondisi air tanah.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber pendukung yang relevan dengan penelitian, meliputi:

- 1) Literatur dan jurnal teknik geoteknik.
- 2) Dokumen standar dan referensi perencanaan pondasi.
- 3) Data perencanaan proyek yang berkaitan dengan beban bangunan dan struktur pondasi.

Teknik Analisis Data

Pengolahan data dilakukan melalui proses manajemen data untuk memastikan data yang diperoleh telah tervalidasi, tersimpan dengan baik, dan dapat dianalisis sesuai kebutuhan penelitian. Ketepatan pengolahan data sangat menentukan hasil analisis penelitian (Heryana & Unggul, 2020).

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif dengan pendekatan *field research* untuk menganalisis hasil penyelidikan tanah lapangan menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT). Analisis dilakukan dengan menentukan kedalaman pengujian pada setiap titik pengamatan, menentukan diameter tiang, menghitung jumlah hambatan pelekat, serta menentukan tekanan konus dan daya dukung pondasi.

Perhitungan daya dukung pondasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = \left(\frac{A \times Cn}{3} \right) + \left(\frac{K \times JHP}{5} \right)$$

Keterangan:

- P = daya dukung izin pondasi tiang pancang
- A = luas penampang tiang pancang
- Cn = tekanan konus rata-rata pada ujung pondasi tiang pancang
- JHP = jumlah hambatan pelekat
- 3 dan 5 = angka keamanan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Objek Penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah lokasi pembangunan Rumah Sakit Jiwa (RSJ) Dr. Radjiman Wediodiningrat yang berada di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Rumah sakit ini merupakan salah satu fasilitas kesehatan jiwa rujukan nasional yang terus mengalami pengembangan infrastruktur sehingga diperlukan kajian

geoteknik untuk memastikan keamanan dan kelayakan struktur bangunan terhadap kondisi tanah di lokasi penelitian.

Tahapan analisis data dalam penelitian ini meliputi proses pengumpulan, pengolahan, dan interpretasi data hasil pengujian tanah menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT). Analisis dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah, daya dukung pondasi, dan rekomendasi pondasi yang sesuai berdasarkan kondisi tanah pada lokasi penelitian.

Data Penelitian

Koordinat Titik Kedalaman Tanah

TITIK	KEDALAMAN (m)	TEKANAN KONUS AKHIR (kg/cm ²)	NILAI JHP PADA AKHIR (kg/cm)
1	0.00 – 6.20	250	904
2	0.00 – 5.80	250	862
3	0.00 – 5.80	250	840

Gambar 2. Koordinat Titik Kedalaman Tanah.

Sumber: PT PilarEmpat Consultan.

Perhitungan Daya Dukung Pondasi Strauss dari Data Sondir

Perhitungan daya dukung pondasi dilakukan berdasarkan hasil pengujian sondir pada titik S1, S2, dan S3.

PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI STRAUSS DARI DATA SONDIR
PROYEK : RENCANA GEDUNG IGD RSJ DR RADJIMAN WEDIODININGRAT
LOKASI : KECAMATAN LAWANG KABUPATEN MALANG

Type Pondasi	NAMA PROYEK	Titik	Kedalaman (m)	TIANG STRAUSS (cm)	JHP (kg/cm)	Cn (kg/cm ²)	Ptanah (ton)	P (ton)
PONDASI TIANG STRAUSS	RENCANA GEDUNG IGD RSJ DR RADJIMAN WEDIODININGRAT KECAMATAN LAWANG KABUPATEN MALANG	S1	6.20	φ 30	904	250	75,91	75,91
				φ 40	904	250	127,38	127,38
				φ 50	904	250	191,93	191,93
		S2	5.80	φ 30	862	250	75,12	75,12
				φ 40	862	250	126,32	126,32
				φ 50	862	250	190,61	190,61
		S3	5.80	φ 30	840	250	74,70	74,70
				φ 40	840	250	125,77	125,77
				φ 50	840	250	189,92	189,92

Gambar 3. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Strauss dari Data Sondir.

Sumber: PT PilarEmpat Consultan.

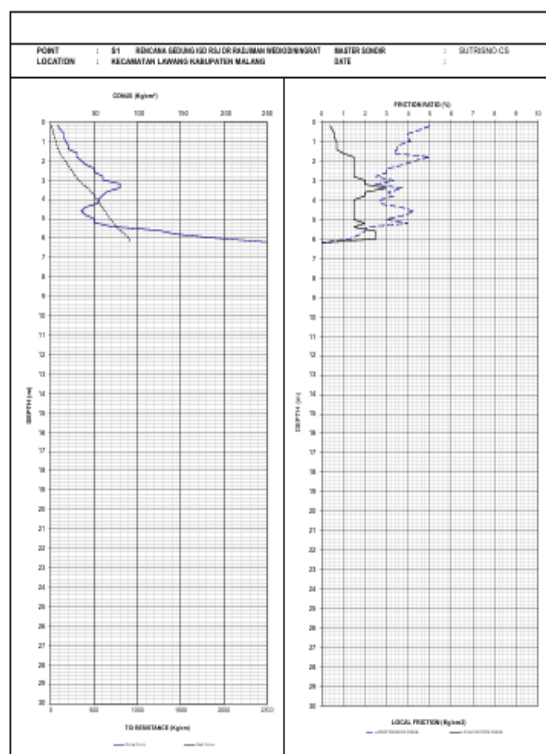
PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI STRAUSS DARI DATA SONDIR**PROYEK : RENCANA GEDUNG IGD RSJ DR RADJIMAN WEDIODININGRAT****LOKASI : KECAMATAN LAWANG KABUPATEN MALANG**

Type Pondasi	NAMA PROYEK	Titik	Kedalaman (m)	TIANG STRAUSS (cm)	JHP (kg/cm)	Cn (kg/cm ²)	Ptanah (ton)	$\bar{P}$ (ton)
PONDASI TIANG STRAUSS	RENCANA GEDUNG IGD RSJ DR RADJIMAN WEDIODININGRAT KECAMATAN LAWANG KABUPATEN MALANG	S1	5,00	φ 30	684	50	24,66	24,66
				φ 40	684	50	38,12	38,12
				φ 50	684	50	54,19	54,19
		S2	5,00	φ 30	682	130	43,46	43,46
				φ 40	682	130	71,56	71,56
				φ 50	682	130	106,46	106,46
		S3	5,00	φ 30	710	60	27,51	27,51
				φ 40	710	60	42,96	42,96
				φ 50	710	60	61,54	61,54

Gambar 4. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Strauss dari Data Sondir.*Sumber: PT PilarEmpat Consultan.***Gambar 5.** Lokasi Sondir.*Sumber: PT PilarEmpat Consultan.*

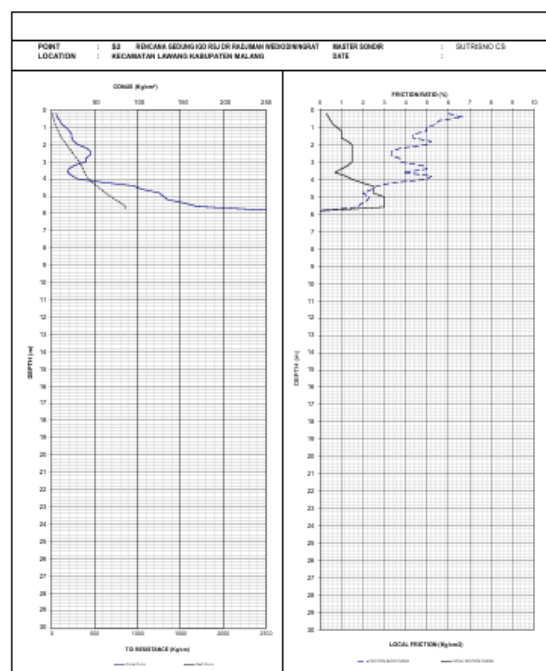
Hasil Pengujian Sondir

Pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) dilakukan pada tiga titik pengamatan, yaitu S1, S2, dan S3.



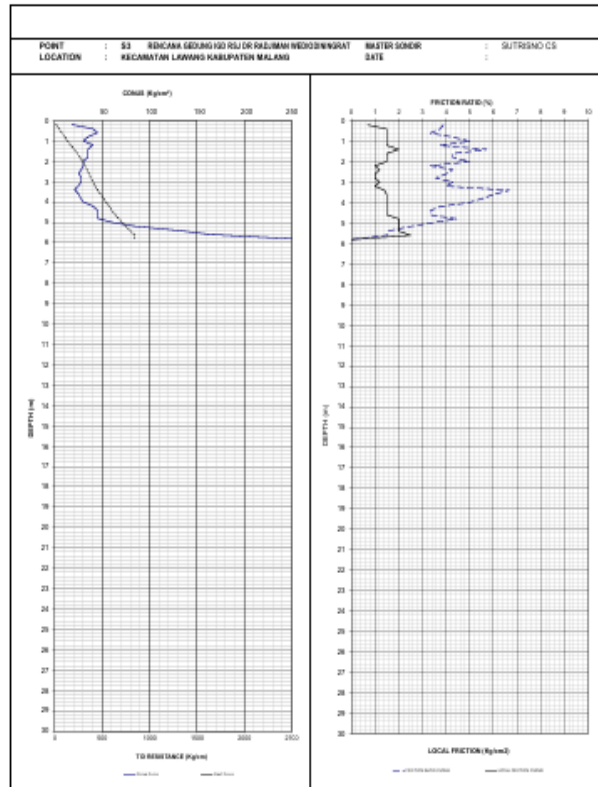
Gambar 6. Cone Penetration Test S1.

Sumber: PT PilarEmpat Consultan.



Gambar 7. Cone Penetration Test S2.

Sumber: PT PilarEmpat Consultan.



Gambar 8. Cone Penetration Test S3.

Sumber: PT PilarEmpat Consultan.

Selain data CPT, dilakukan pula investigasi tanah menggunakan *Dynamic Cone Penetration Test* (DCPT) pada masing-masing titik pengujian.

Depth (m)	CN (kg/cm ²)				CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif
0,00					
0,20	8	12	4	8	8
0,40	11	16	5	10	18
0,60	15	21	6	12	30
0,80	15	21	6	12	42
1,00	17	24	7	14	56
1,20	20	27	7	14	70
1,40	20	27	7	14	84
1,60	30	40	10	20	104
1,80	30	45	15	30	134
2,00	35	50	15	30	164
2,20	40	55	15	30	194
2,40	50	65	15	30	224
2,60	50	65	15	30	254
2,80	60	75	15	30	284
3,00	60	80	20	40	324
3,20	80	100	20	40	364
3,40	80	110	30	60	424
3,60	65	85	20	40	464
3,80	60	80	20	40	504
4,00	55	70	15	30	534
4,20	55	70	15	30	564
4,40	40	55	15	30	594
4,60	35	50	15	30	624
4,80	40	55	15	30	654
5,00	50	65	15	30	684
5,20	50	70	20	40	724
5,40	70	85	15	30	754
5,60	125	150	25	50	804
5,80	145	170	25	50	854
6,00	190	215	25	50	904
6,20	250	250	0	0	904
6,40					

Gambar 9. Soil Investigation DCPT S1.

Sumber: PT PilarEmpat Consultan.

Depth (m)	CN (kg/cm ²)				CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif
0,00					
0,20	5	8	3	6	6
0,40	6	10	4	8	14
0,60	9	14	5	10	24
0,80	11	17	6	12	36
1,00	16	24	8	16	52
1,20	20	30	10	20	72
1,40	23	33	10	20	92
1,60	23	33	10	20	112
1,80	25	38	13	26	138
2,00	30	45	15	30	168
2,20	40	55	15	30	198
2,40	45	60	15	30	228
2,60	45	60	15	30	258
2,80	40	55	15	30	288
3,00	40	55	15	30	318
3,20	27	40	13	26	344
3,40	20	30	10	20	364
3,60	18	25	7	14	378
3,80	23	35	12	24	402
4,00	30	45	15	30	432
4,20	60	80	20	40	472
4,40	95	120	25	50	522
4,60	105	130	25	50	572
4,80	125	150	25	50	622
5,00	130	160	30	60	682
5,20	135	165	30	60	742
5,40	155	185	30	60	802
5,60	170	200	30	60	862
5,80	250	250	0	0	862

Gambar 10. Soil Investigation DCPT S2.
Sumber: PT PilarEmpat Consultan.

Depth (m)	CN (kg/cm ²)				CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif
0,00					
0,20	18	25	7	14	14
0,40	40	55	15	30	44
0,60	45	60	15	30	74
0,80	35	50	15	30	104
1,00	30	45	15	30	134
1,20	40	55	15	30	164
1,40	35	55	20	40	204
1,60	35	50	15	30	234
1,80	35	50	15	30	264
2,00	30	45	15	30	294
2,20	30	40	10	20	314
2,40	28	40	12	24	338
2,60	25	35	10	20	358
2,80	28	38	10	20	378
3,00	28	40	12	24	402
3,20	25	35	10	20	422
3,40	21	35	14	28	450
3,60	25	40	15	30	480
3,80	27	42	15	30	510
4,00	30	45	15	30	540
4,20	40	55	15	30	570
4,40	45	60	15	30	600
4,60	45	60	15	30	630
4,80	45	65	20	40	670
5,00	60	80	20	40	710
5,20	85	105	20	40	750
5,40	130	150	20	40	790
5,60	165	190	25	50	840
5,80	250	250	0	0	840
6,00					

Gambar 11. Soil Investigation DCPT S3.
Sumber: PT PilarEmpat Consultan.

Analisis Data Sondir

Analisis data sondir dilakukan dengan menghitung nilai tekanan konus (*Cone Resistance*), selisih tekanan konus, nilai beban CL, dan CL kumulatif pada setiap kedalaman pengujian. Perhitungan dilakukan berdasarkan parameter berikut:

- a. Kedalaman (*depth*)
- b. CN awal
- c. CN akhir
- d. Selisih CN
- e. Nilai beban CL per kedalaman
- f. CL kumulatif

Perhitungan dilakukan secara bertahap pada setiap kedalaman pengujian di titik S1, S2, dan S3 untuk memperoleh nilai jumlah hambatan pelekat (*JHP*) dan tekanan konus rata-rata (*Cn*) yang digunakan dalam analisis daya dukung pondasi.

Pembahasan

Hasil pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) pada titik pengamatan S1, S2, dan S3 menunjukkan adanya variasi karakteristik tanah berdasarkan kedalaman lapisan tanah. Pada kedalaman 0–2 meter, seluruh titik pengujian memiliki nilai *Cone Resistance* (*qc*) kurang dari 50 kg/cm² dengan nilai *Friction Ratio* (*Rf*) lebih dari 4%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lapisan tanah pada kedalaman dangkal didominasi oleh tanah lunak berupa lempung atau lanau sehingga belum memenuhi syarat sebagai lapisan pendukung pondasi. Kondisi tanah lunak ini memiliki daya dukung rendah dan berpotensi mengalami penurunan apabila menerima beban struktur bangunan secara langsung.

Pada kedalaman 2–4 meter, nilai *qc* mengalami peningkatan hingga berkisar antara 80–100 kg/cm², sedangkan nilai *Rf* menurun hingga kurang dari 2%. Hasil tersebut menunjukkan adanya perubahan karakteristik tanah menjadi lebih padat dan kaku. Lapisan tanah pada kedalaman ini mulai memiliki kemampuan dukung yang lebih baik sehingga dapat dipertimbangkan sebagai zona pendukung pondasi dangkal pada konstruksi dengan beban ringan hingga sedang. Namun demikian, variasi nilai penetrasi yang masih terjadi menunjukkan bahwa kondisi tanah belum sepenuhnya stabil untuk menopang beban struktur besar secara optimal.

Selanjutnya, pada kedalaman 4–7 meter diperoleh nilai *qc* yang relatif tinggi, yaitu berkisar antara 100–150 kg/cm² dengan nilai *Rf* yang tetap rendah. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya lapisan pasir padat hingga sangat padat yang memiliki daya dukung tanah lebih baik dibandingkan lapisan di atasnya. Lapisan tanah ini dinilai mampu memberikan

dukungan yang optimal terhadap pondasi dalam, seperti pondasi tiang pancang maupun *strauss pile*. Dengan demikian, kedalaman tersebut menjadi zona yang paling direkomendasikan sebagai lapisan pendukung utama pondasi pada proyek pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat.

Hasil perhitungan daya dukung pondasi berdasarkan parameter tekanan konus (C_n) dan jumlah hambatan pelekut (JHP) menunjukkan bahwa titik S1 memiliki kapasitas daya dukung paling tinggi dibandingkan titik lainnya. Pada titik S1 diperoleh kombinasi nilai C_n dan JHP yang lebih optimal sehingga menghasilkan daya dukung pondasi yang lebih besar, terutama pada penggunaan diameter tiang yang lebih besar. Sementara itu, titik S2 menunjukkan kapasitas daya dukung yang relatif lebih rendah meskipun memiliki karakteristik tanah yang hampir serupa dengan titik S1. Hal ini menunjukkan adanya variasi lapisan tanah yang mempengaruhi distribusi daya dukung tanah di lokasi penelitian. Pada titik S3, nilai JHP yang cukup tinggi tidak sepenuhnya diikuti oleh peningkatan nilai C_n , sehingga kapasitas daya dukung tanah yang dihasilkan masih berada di bawah titik S1.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi tanah pada lokasi pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat memiliki lapisan tanah lunak pada kedalaman dangkal dan lapisan tanah padat pada kedalaman yang lebih dalam. Berdasarkan hasil analisis tersebut, penggunaan pondasi dalam seperti pondasi tiang pancang atau *strauss pile* dinilai lebih sesuai untuk mendukung kestabilan dan keamanan struktur bangunan. Pemilihan pondasi dalam dilakukan untuk memastikan distribusi beban bangunan dapat diteruskan hingga lapisan tanah yang memiliki kapasitas daya dukung lebih baik sehingga risiko penurunan tanah dan kegagalan struktur dapat diminimalkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penyelidikan tanah menggunakan metode *Cone Penetration Test* (CPT) pada proyek pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat Lawang–Malang, diperoleh kesimpulan bahwa karakteristik tanah pada titik pengujian S1, S2, dan S3 menunjukkan adanya lapisan tanah lunak pada kedalaman dangkal dan lapisan tanah padat pada kedalaman yang lebih dalam. Pada kedalaman 4–7 meter diperoleh nilai *Cone Resistance* (q_c) berkisar antara 100–150 kg/cm² dengan nilai *Friction Ratio* (R_f) kurang dari 2%, yang menunjukkan bahwa lapisan tanah pada kedalaman tersebut didominasi oleh pasir padat hingga sangat padat. Kondisi ini menunjukkan bahwa lapisan tanah tersebut memiliki kapasitas daya dukung yang baik dan layak digunakan sebagai lapisan pendukung pondasi dalam.

Hasil identifikasi daya dukung tanah menggunakan metode CPT menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung pondasi meningkat seiring bertambahnya diameter pondasi. Pada rekomendasi pertama, titik S1 dengan kedalaman 6,20 meter menghasilkan daya dukung pondasi sebesar 75,91 ton untuk diameter 30 cm dan meningkat hingga 191,93 ton untuk diameter 50 cm. Pada titik S2 dengan kedalaman 5,80 meter diperoleh daya dukung sebesar 75,12 ton untuk diameter 30 cm dan 190,61 ton untuk diameter 50 cm. Sementara itu, titik S3 dengan kedalaman 5,80 meter menghasilkan daya dukung sebesar 74,70 ton untuk diameter 30 cm dan 189,92 ton untuk diameter 50 cm.

Pada rekomendasi kedua dengan kedalaman 5,00 meter, titik S1 menghasilkan daya dukung sebesar 24,66 ton pada diameter 30 cm dan 54,19 ton pada diameter 50 cm. Titik S2 menghasilkan daya dukung sebesar 43,46 ton pada diameter 30 cm dan 106,46 ton pada diameter 50 cm. Sedangkan titik S3 menghasilkan daya dukung sebesar 27,51 ton pada diameter 30 cm dan 61,54 ton pada diameter 50 cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa titik S1 memiliki kondisi tanah paling optimal berdasarkan kombinasi nilai tekanan konus (C_n) dan jumlah hambatan pelekak (JHP).

Berdasarkan hasil analisis daya dukung tanah dan karakteristik tanah pada lokasi penelitian, pondasi *Strauss pile* dengan diameter 30 cm, 40 cm, dan 50 cm direkomendasikan untuk digunakan pada proyek pembangunan RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat. Penggunaan pondasi tersebut dinilai mampu memberikan daya dukung yang memadai sehingga dapat mendukung kestabilan dan keamanan struktur bangunan secara optimal.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian maupun pengembangan konstruksi selanjutnya. Pertama, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai kondisi daya dukung tanah dan keamanan pondasi bagi masyarakat maupun pihak pelaksana konstruksi, khususnya pada wilayah Jl. A. Yani, Krajan Utara, Sumber Porong, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Kedua, perlu dilakukan pengujian laboratorium lanjutan terhadap sampel tanah untuk memperoleh validasi parameter geoteknik yang lebih lengkap sehingga hasil analisis daya dukung tanah dapat menjadi lebih akurat.

Ketiga, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis penurunan tanah (*settlement analysis*) dan potensi likuifaksi, terutama apabila lokasi pembangunan berada pada wilayah rawan gempa. Analisis tersebut penting dilakukan sebagai bagian dari studi kelayakan pondasi guna meningkatkan keamanan dan keandalan struktur bangunan rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, S. S., Roestaman, R., & Permana, S. (2022). Analisis perbandingan kapasitas kuat dukung pondasi bore pile berdasarkan hasil pengujian SPT dan CPT. *Jurnal Konstruksi*, 19(2), 549–560. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-2.920>
- Bela, K. R., & Sianto, P. (2022). Penyelidikan tanah menggunakan metode uji sondir. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 50–58. <https://doi.org/10.30822/eternitas.v2i1.1755>
- Eslami, A., & Fellenius, B. H. (1997). Pile capacity by direct CPT and CPTu methods applied to 102 case histories. *Canadian Geotechnical Journal*, 34(6), 886–904. <https://doi.org/10.1139/t97-051>
- Farhan, M., Lydia, E. N., & Fajri, H. (2024). Universitas Samudra. *Jurnal Teknik Sipil*, 1, 22–28.
- Hartono, A., Kristanto, B., & Suwono, J. I. (2022). Analisa daya dukung pondasi dengan metode cone penetrometer test (CPT) pada konstruksi pabrik dan gudang Aurataro Mandiangin. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 11(2), 24–30.
- Jusi, U. (2020). Analisa kuat dukung pondasi bored pile berdasarkan data pengujian lapangan (cone dan N-standard penetration test). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 50–82.
- Lee, J. H., Salgado, R., Carraro, J. A. H., & Kim, D. H. (2003). Bearing capacity of circular footings on sand based on CPT results. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 129(5), 391–399. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2003\)129:5\(391\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2003)129:5(391))
- Lunne, T., Robertson, P. K., & Powell, J. J. M. (1997). *Cone penetration testing in geotechnical practice*. Blackie Academic & Professional. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5935-0>
- Mayne, P. W. (2007). Cone penetration testing: A synthesis of highway practice. *National Cooperative Highway Research Program*. <https://doi.org/10.17226/23165>
- Meidudga, R. E., & Wismantara, I. G. N. N. (2021). Perencanaan pondasi bore pile menggunakan metode standard penetration test (SPT), cone penetration test (CPT), dan analisis efisiensi biaya. *Jurnal Ilmiah Telsinas*, 3(1), 24–32.
- Pondok, A., & Iqra, P. (2023). Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Prastiyo, A. D. (2020). Rumah Sakit Jiwa Lawang pascakemerdekaan: Pelayanan kesehatan jiwa terhadap pasien gangguan jiwa 1945–1960 di Malang. *Jurnal Sejarah dan Budaya*, 9(1), 1–10.
- Robertson, P. K. (2009). Interpretation of cone penetration tests—A unified approach. *Canadian Geotechnical Journal*, 46(11), 1337–1355. <https://doi.org/10.1139/T09-065>
- Simorangkir, S. P. (2022). Analisis penyelidikan tanah perencanaan Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Sipil*, 3814.
- Triastuti, N. S. (n.d.). *Berbagai macam pondasi*.
- Trinanda, M. Z. (2024). *Desain pondasi bore pile menggunakan data CPT (cone penetration test) pada proyek gedung Bawaslu Kota Jambi* (Skripsi, Universitas Jambi).