

STUDI KOMPARASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA CPT DAN N-SPT (STUDI KASUS: GEDUNG BAPPEDA KALIMANTAN UTARA)

Rafvly Novan¹, Retnowati Setioningsih², dan Marwanto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl.
Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta
Email: : ¹1100200003@students.itny.ac.id, ²rsetioningsih@itny.ac.id, ³marwanto@itny.ac.id

ABSTRAK

Salah satu bagian struktur bangunan yang berurusan dengan tanah adalah fondasi. Secara umum fondasi menyalurkan beban yang berasal dari struktur atas ke lapisan tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari diameter tiang pancang yang paling ekonomis dan efektif juga untuk mengetahui berapa besar nilai penurunan yang terjadi. Studi kasus dari penelitian ini adalah Gedung Bappeda Kalimantan Utara. Penelitian ini menggunakan metode Guy Sanglerat berdasarkan data CPT dan metode Mayerhoff berdasarkan data N-SPT. Hasil perhitungan perbandingan daya dukung fondasi tiang pancang dan penurunan tiang pancang yang paling efektif dan aman yaitu berdasar uji N-SPT yaitu: titik joint C38 dengan diameter 50 cm jumlah tiang pancang 5 dengan penurunan 22,95 cm.

Kata kunci: Fondasi, Tiang pancang, CPT, N-SPT

1. PENDAHULUAN

Menurut (Ferdiany, 2016) sebagai provinsi baru ditahun 2014 Kalimantan Utara memerlukan pusat perencanaan yang efektif untuk mengembangkan wilayahnya. (Grasiyanti, 2017) menyatakan tanah merupakan dasar fondasi suatu bangunan yang sangat penting dalam konstruksi, baik untuk konstruksi struktur gedung ataupun konstruksi jalan. Salah satu bagian struktur bangunan yang berurusan dengan tanah adalah fondasi. Secara umum fondasi menyalurkan beban yang berasal dari struktur di atas menuju lapisan tanah atau batuan di bawahnya. Fondasi menjadi elemen struktur bangunan di bagian bawah dan bahkan paling terendah. Maka dari itu, fondasi akan berhubungan langsung dengan lapisan tanah. Fondasi bekerja dengan menahan beban bangunan di atas, lalu disalurkan lewat elemen baik itu struktur vertikal maupun horizontal. Lalu beban struktur atas dilanjutkan menuju tanah dasar atau tanah yang dimana sudah aman. Fondasi terbagi menjadi dua bagian yaitu adalah fondasi dangkal dan fondasi dalam, sebelum menentukan jenis fondasi yang akan digunakan terlebih dahulu dilaksanakan pengujian jenis tanah dimana lokasi daerah yang akan didirikan bangunan. Dalam melakukan penyelidikan tanah ada beberapa jenis penyelidikan tanah, tetapi secara umum yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah penyelidikan dengan uji Sondir dan uji N-SPT. Dari hasil uji tanah tersebut diketahuilah jenis tanah dan karakteristik tanah pada umumnya menyatakan jika hasil dari pengujian menyatakan tanah keras pada kedalaman 1-3 m digunakan fondasi dangkal. Namun jika hasil dari pengujian menyatakan lebih dari kedalaman 4 m belum menemukan daya dukung yang diinginkan digunakanlah jenis fondasi dalam. Permasalahan utama dalam mendesain fondasi pada pembangunan Gedung BAPPEDA Kalimantan Utara ditemukannya jenis tanah lunak dengan ketebalan yang cukup signifikan. Untuk jenis-jenis tanah lunak itu sendiri pada umumnya memiliki daya dukung yang sangat rendah, itu akan menimbulkan masalah baru yaitu adalah penurunan fondasi yang cukup signifikan, penurunan yang signifikan pada fondasi tiang dapat menyebabkan kegagalan struktur yang mencakup kerusakan pada dinding, lantai yang miring dan ketidakstabilan secara keseluruhan. Sehingga untuk membangun sebuah bangunan konstruksi bertingkat ataupun bangunan berat, digunakan perencanaan fondasi dalam yaitu dengan tiang pancang yang mana bagian konstruksinya dibuat dengan tiang beton, desain fondasi tiang pancang harus memenuhi syarat-syarat yaitu beban yang diterima oleh fondasi tidak boleh melebihi kapasitas daya dukung tanah dan pembatasan penurunan yang terjadi pada konstruksi bangunan, Setelah melaksanakan uji tanah digunakan beberapa jenis metode perhitungan untuk mendesain fondasi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan daya dukung fondasi tiang pancang antar variasi diameter 40 cm, 45 cm dan 50 cm, mencari diameter tiang pancang yang paling ekonomis dan efektif berdasarkan data CPT dengan menggunakan metode Guy Sanglerat dan SPT dengan metode Mayerhoff dan mengetahui berapa besar nilai penurunan yang terjadi pada fondasi tiang pancang.

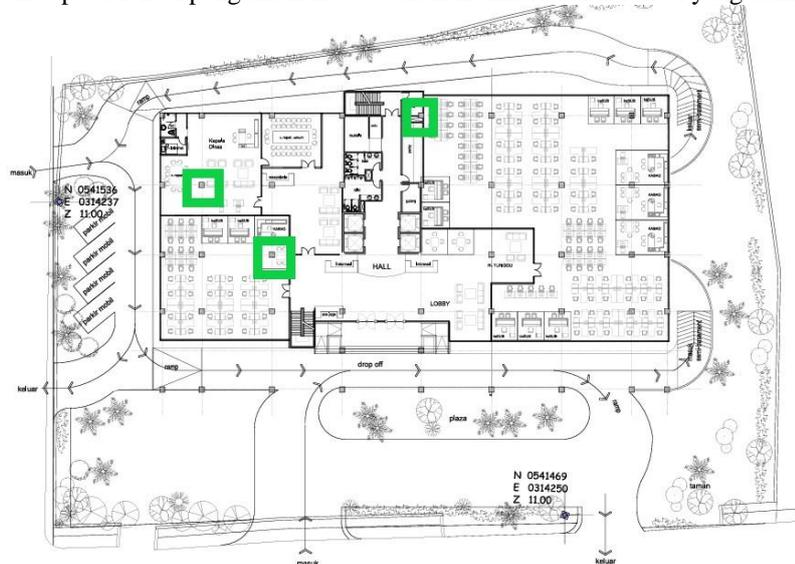
2. METODE

Lokasi penelitian yang digunakan didalam Tugas Akhir ini adalah proyek pembangunan Kantor Dinas Pertanian dan Perhutanan BAPPEDA Kalimantan Utara, yang terletak di Jalan Agatish, Kelurahan Tanjung Selor Hilir, Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini ditinjau beberapa titik sampel dari total titik seluruh pondasi. Hal ini dimaksudkan agar penelitian hanya terfokus pada lokasi pengambilan data tanah. Berikut adalah lokasi yang ditinjau.



Gambar 2. Denah bangunan dan titik yang ditinjau

Dalam penelitian ini digunakan metode Guy Sanglerat berdasarkan data CPT dan metode Mayerhoff berdasarkan data N-SPT.

Guy Sanglerat (1989)

Daya dukung tiang menurut metode Guy Sanglerat (1989) adalah sebagai berikut:

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK_1} + \frac{T_f \times A_{st}}{FK_2}$$

Keterangan:

P_a = daya dukung ijin tekan tiang

- q_a = tahanan ujung konus sondir
 A_p = luas penampang tiang
 T_f = total friksi / jumlah hambatan pelekat
 K = keliling tiang
 FK_1, FK_2 = faktor keamanan, 3 dan 5

Mayerhoff (1956)

Daya dukung tiang menurut metode Mayerhoff adalah sebagai berikut:

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK_1} + \frac{\sum l_i f_i \times A_{st}}{FK_2}$$

Keterangan:

- P_a = daya dukung ijin tekan tiang
 q_c = 20 N untuk silt/clay dan 40 N untuk sand
 N = Nilai N SPT
 A_p = luas penampang tiang
 K = keliling tiang
 l_i = Panjang segmen tiang yang ditinjau
 f_i = gaya geser pada selimut segmen tiang, N_{maks} 1 ton/m² untuk silt/clay dan $N/5$ maksimum 10 ton/m² untuk sand
 FK_1, FK_2 = faktor keamanan, 3 dan 5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis didapatkan 3 jenis output sebagai berikut :

Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal

Kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang yang dihitung pada penelitian ini menggunakan tiga perwakilan tumpuan reaksi yaitu joint C38, C90, dan C66 dengan diameter tiang 40 cm, 45 cm, dan 50 cm. Fondasi tiang *existing* yang terpasang dilapangan menggunakan tiang pancang dengan diameter 50 cm sedalam 30 m. Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang menggunakan dua metode yaitu berdasarkan data hasil sondir/CPT dan data hasil uji N-SPT. Kapasitas daya dukung fondasi didapatkan dari kapasitas daya dukung ujung tiang dan kapasitas dukung selimut tiang. Rekapitulasi hasil analisis kapasitas daya dukung tiang pancang dan *existing* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Data Sondir/CPT

Metode Sondir	Tumpuan Reaksi	Kedalaman (m)	Jumlah Tiang	Diameter Tiang (cm)	Pu Tiang Tunggal (KN)	<>	Pall Tiang Tunggal (KN)	Keterangan
Guy Sanglerat	C38	30	7	40	890,81	<	1299,39	AMAN
	C90		6		932,62	<	1299,39	AMAN
	C66		5		932,85	<	1299,39	AMAN
	C38		6	45	1023,75	<	1577,20	AMAN
	C90		6		940,24	<	1577,20	AMAN
	C66		4		1111,85	<	1577,20	AMAN
	C38		5	50	1277,77	<	1880,63	AMAN
	C90		4		1398,29	<	1880,63	AMAN
	C66		4		1119,05	<	1880,63	AMAN

Tabel 2. Rekapitulasi Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Data N-SPT

Metode N-SPT	Tumpuan Reaksi	Kedalaman (m)	Jumlah Tiang	Diameter Tiang (cm)	Pu Tiang Tunggal (KN)	<>	Pall Tiang Tunggal (KN)	Keterangan
Mayerhoff	C38	40	6	40	1022,33	<	1384,95	AMAN
	C90		6		932,62	<	1384,95	AMAN
	C66		5		917,89	<	1384,95	AMAN
	C38		6	45	1023,40	<	1620,27	AMAN
	C90		5		1167,85	<	1620,27	AMAN
	C66		4		1111,85	<	1620,27	AMAN
	C38		5	50	1277,77	<	1867,25	AMAN
	C90		5		1166,00	<	1867,25	AMAN
	C66		4		1119,05	<	1867,25	AMAN

Berdasarkan data dari tabel diatas hasil analisis kapasitas daya dukung ultimite (Pu) tiang pancang dengan data hasil CPT dengan diameter 40 cm, 45 cm, dan 50 cm diperoleh masing-masing sebesar 1299,39 KN, 1577,20 KN, dan 1880,63 KN. Hasil analisis kapasitas daya dukung ultimite (Pu) tiang pancang dengan data hasil N-SPT dengan diameter 40 cm, 45 cm, dan 50 cm diperoleh masing-masing sebesar 1384,95 KN, 1620,27 KN, dan 1867,25 KN. Hasil analisis kapasitas daya dukung ultimite tiang existing dengan data CPT diperoleh sebesar 1880,63 KN. Hasil analisis kapasitas daya dukung ultimite tiang pancang dari data N-SPT lebih besar dibandingkan dengan analisis dengan data hasil CPT.

Daya dukung tiang pancang kelompok

Berdasarkan analisis kapasitas daya dukung fondasi tunggal didapatkan jumlah tiang yang bervariasi sehingga dihasilkan nilai kapasitas daya dukung kelompok tiang berbeda-beda. Rekapitulasi hasil analisis kapasitas dukung kelompok fondasi tiang pancang dapat dilihat pada Tabel dan Gambar dibawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Analisis Daya Dukung Tiang Kelompok Data Sondir/CPT

Metode Sondir	Tumpuan Reaksi	Kedalaman (m)	Jumlah Tiang	Diameter Tiang (cm)	Qg Tiang Kelompok	<>	P (KN)	Keterangan
Guy Sanglerat	C38	30	7	40	6265,97	>	6171,210	AMAN
	C90		6		5674,02	>	5544,000	AMAN
	C66		5		4764,45	>	4638,802	AMAN
	C38		6	45	6887,09	>	6091,290	AMAN
	C90		6		6887,09	>	5595,480	AMAN
	C66		4		4836,73	>	4414,818	AMAN
	C38		5	50	6477,74	>	6350,423	AMAN
	C90		4		5767,28	>	5551,800	AMAN
	C66		4		5767,28	>	4446,880	AMAN

Berdasarkan Tabel 4.55 diatas dapat dilihat hasil analisis daya dukung tiang kelompok data CPT menggunakan metode Guy Sangrelat dengan tumpuan joint C38, C90, dan C66. Diameter 40 cm pada Qg tiang kelompok diperoleh sebesar 6265,97 KN, 5674,02 KN, dan 4764,45 KN. Diameter 45 cm pada Qg tiang kelompok diperoleh sebesar 6887,09 KN, 6887,09 KN, dan 4836,73 KN. Sedangkan, Diameter 50 cm pada Qg tiang kelompok diperoleh sebesar 6477,74 KN, 5767,28 KN, dan 5767,28 KN. Setelah didapatkan hasil analisis daya dukung tiang kelompok data CPT dengan diameter 40 cm, 45 cm dan 50 cm, maka dilanjutkan dengan pengecekan terhadap keamanan kelompok tiang pancang, fondasi dikatakan aman apabila nilai kapasitas daya dukung kelompok (Qg) tiang pancang lebih besar dari pada beban yang di terima fondasi (P). Hasil uji CPT dengan tumpuan reaksi joint C38, C90, dan C66 memiliki hasil nilai (P) dari diameter 40 cm yang diperoleh sebesar 6171,210 KN, 5544,00 KN, dan 4638,802 KN. Hasil nilai (P) dengan diameter 45 cm diperoleh sebesar 6091,29 KN, 5595,480 KN, dan 4414,82 KN. Sedangkan, hasil nilai (P) dengan diameter 50 cm diperoleh sebesar 6350,423 KN, 5551,800 KN, dan 4446,880 KN

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Daya Dukung Tiang Kelompok Data N-SPT

Metode N-SPT	Tumpuan Reaksi	Kedalaman (m)	Jumlah Tiang	Diameter Tiang (cm)	Qg Tiang Kelompok	<>	P (KN)	Keterangan
Mayerhoff	C38	40	6	40	6370,77	>	6085,99	AMAN
	C90		6		6047,61	>	5544,00	AMAN
	C66		5		4770,38	>	4558,93	AMAN
	C38		6	45	6697,12	>	6091,29	AMAN
	C90		5		5937,43	>	5807,33	AMAN
	C66		4		4965,85	>	4414,82	AMAN
	C38		5	50	6431,65	>	6350,42	AMAN
	C90		5		6431,65	>	5795,55	AMAN
	C66		4		5726,24	>	4446,88	AMAN

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat setelah didapatkan nilai hasil analisis daya dukung tiang kelompok data N-SPT menggunakan metode Mayerhoff dengan tumpuan reaksi joint C38, C90, dan, C66. Diameter 40 cm pada Qg tiang kelompok diperoleh sebesar 6370,77 KN, 6047,61 KN, dan 4770,38 KN. diameter 45 cm pada Qg tiang kelompok diperoleh sebesar 6697,12 KN, 5937,43 KN, dan 4965,85 KN. Sedangkan untuk diameter tiang 50 cm pada Qg tiang kelompok diperoleh sebesar 6431,65 KN, 6431,65 KN, dan 5726,24 KN. Setelah didapati hasil dari data uji N-SPT, maka dilanjutkan dengan pengecekan terhadap keamanan kelompok tiang pancang, fondasi dikatakan aman apabila nilai kapasitas daya dukung kelompok (Qg) tiang pancang lebih besar dari pada beban yang diterima fondasi (P). Hasil uji SPT dengan tumpuan reaksi joint C38, C90, dan, C66 memiliki hasil nilai (P) dari diameter 40 cm yang diperoleh sebesar 6085,99 KN, 5544,00 KN, dan 4558,93 KN. Hasil nilai (P) dengan diameter 45 cm diperoleh sebesar 6091,29 KN, 5807,33 KN, dan 4414,82 KN., Sedangkan, hasil nilai (P) dengan diameter 50 cm diperoleh sebesar 6350,42 KN, 5795,55 KN, dan 4446,88 KN.

Berdasarkan perbandingan tersebut hasil nilai dari data CPT dengan menggunakan metode Guy Sangrelat dan data N-SPT menggunakan metode Mayerhoff dinyatakan aman karena nilai daya dukung kelompok (Qg) melebihi nilai yang diterima fondasi (P), maka desain fondasi tiang pancang diameter 40 cm, 45 cm dan 50 cm aman digunakan pada pembangunan Gedung Bappeda Kalimantan Utara.

Hasil Analisis Penurunan Fondasi Tiang Pancang

Penurunan fondasi tiang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu beban-beban pada bangunan, diameter tiang, jumlah tiang, dimensi *pile cap*, desain formasi tiang kelompok, jenis material tiang, dan kondisi tanah. Besarnya penurunan tiang yang paling utama dipengaruhi oleh nilai tahanan ujung dengan beban tiang. Semakin besar beban yang di dukung oleh tiang maka semakin besar juga penurunan yang terjadi, penurunan kelompok tiang biasanya lebih besar daripada fondasi tiang tunggal dikarenakan pengaruh dari tegangan pada daerah cakupan lebih luas. Hasil nilai rekapitulasi analisis penurunan tiang pancang tunggal dan kelompok tiang dapat dilihat pada beberapa Tabel dibawah ini.

Tabel 5. Rekapitulasi Analisis Penurunan Tiang Tunggal Data Sondir

Kedalaman (m)	Diameter Tiang (cm)	Penurunan Tiang Tunggal (mm)	<>	Sizin Tiang Tunggal (mm)	Keterangan
30	40	31,29	<	40,00	AMAN
	45	29,82	<	45,00	AMAN
	50	29,07	<	50,00	AMAN

Tabel 6. Rekapitulasi Analisis Penurunan Tiang Kelompok Data Sondir

Kedalaman (m)	Diameter Tiang (cm)	Penurunan Tiang Kelompok (mm)	<>	Sizin Tiang Kelompok (mm)	Keterangan
30	40	49,48	>	40	TIDAK AMAN
	45	47,16	>	45	TIDAK AMAN
	50	45,97	<	50	AMAN

Tabel 7. Rekapitulasi Analisis Penurunan Tiang Tunggal Data N-SPT

Kedalaman (m)	Diameter Tiang (cm)	Penurunan Tiang Tunggal (mm)	<>	Sizin Tiang Tunggal (mm)	Keterangan
40	40	24,48	<	40,00	AMAN
	45	23,52	<	45,00	AMAN
	50	22,95	<	50,00	AMAN

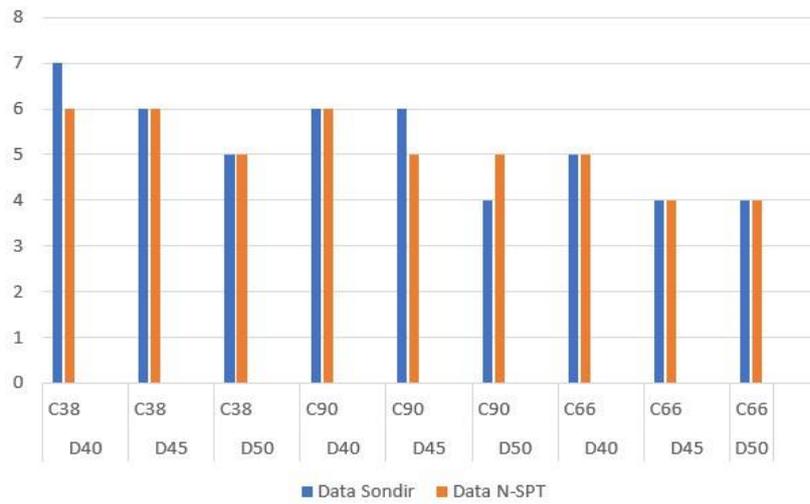
Tabel 8. Rekapitulasi Analisis Penurunan Tiang Kelompok Data N-SPT

Kedalaman (m)	Diameter Tiang (cm)	Penurunan Tiang Kelompok (mm)	<>	Sizin Tiang Kelompok (mm)	Keterangan
40	40	38,70	<	40	AMAN
	45	37,18	<	45	AMAN
	50	36,28	<	50	AMAN

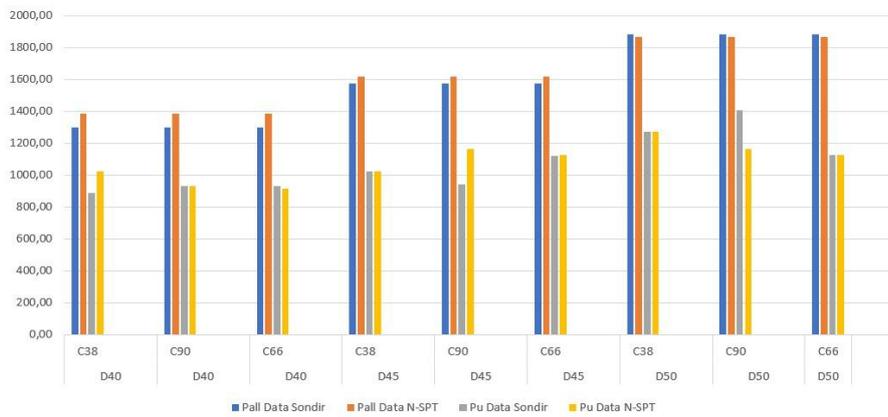
Berdasarkan Tabel 5, 6, 7, dan 8 diatas hasil analisis penurunan tiang pancang kelompok dengan data hasil uji CPT didapatkan penurunan pada diameter tiang 40 cm sebesar 49,48 mm, diameter 45 cm sebesar 47,16 mm, diameter 50 cm sebesar 45,97 mm. hasil uji N-SPT didapatkan penurunan pada diameter tiang 40 cm sebesar 38,70 mm, diameter 45 cm sebesar 37,18 mm, diameter 50 cm sebesar 36,28 mm. dilihat dari hasil penurunan yang terjadi, nilai hasil analisis penurunan dari data CPT dinyatakan tidak aman untuk diameter tiang 40 cm dan diameter tiang 45 cm dikarenakan nilai penurunan lebih dari pada S_{izin} . Sedangkan dari hasil analisis data N-SPT dinyatakan aman untuk semua diameter tiang pancang karena S_{izin} lebih besar dari nilai penurunan yang terjadi, biasanya terdapat perbedaan hasil dikarenakan analisis CPT belum mencapai titik daya dukung tanah keras karena analisis CPT masih menggunakan daya tekan dari tenaga manusia jadi terbatas dalam menembus setiap lapisan tanah, sedangkan analisis sifat jenis tanah dari data N-SPT sudah menggunakan daya tekan dari tenaga mesin jadi lebih mudah dalam menembus setiap lapisan jenis tanah untuk menentukan titik kedalaman tanah keras.

Perbandingan hasil analisis antar metode

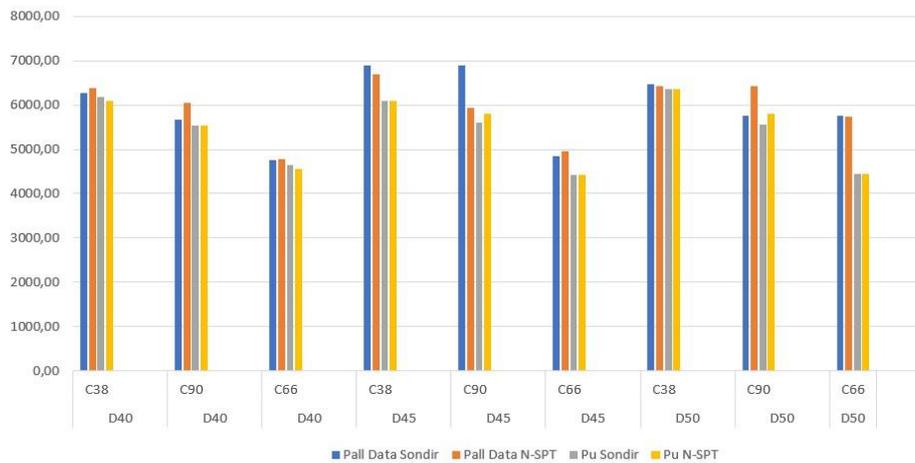
Berdasarkan hasil analisis daya dukung tiang pancang dan penurunan fondasi tiang pancang yang telah didapati dengan data CPT dengan menggunakan metode Guy Sangrelat dan data N-SPT dengan menggunakan metode Mayerhoff, maka hasil tersebut dapat dilanjutkan dengan melakukan perbandingan hasil analisis antar metode. Berikut adalah hasil perbandingannya



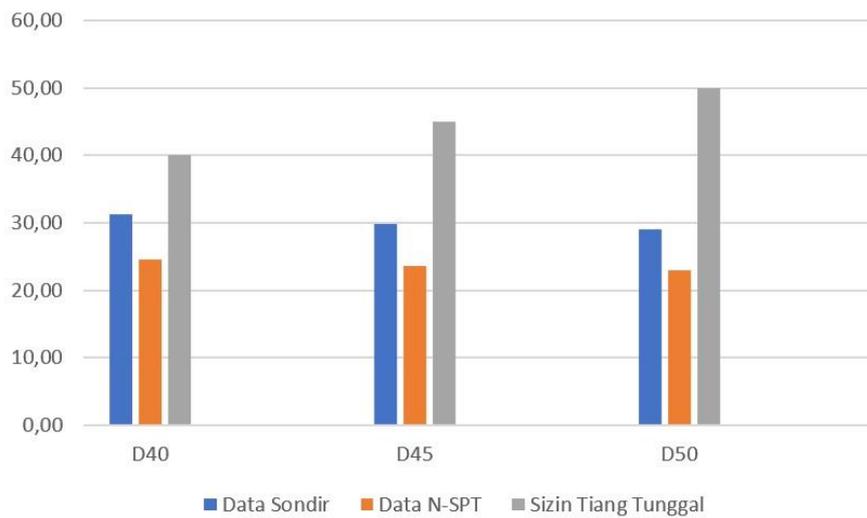
Gambar 3. Perbandingan Jumlah Tiang Antar Metode



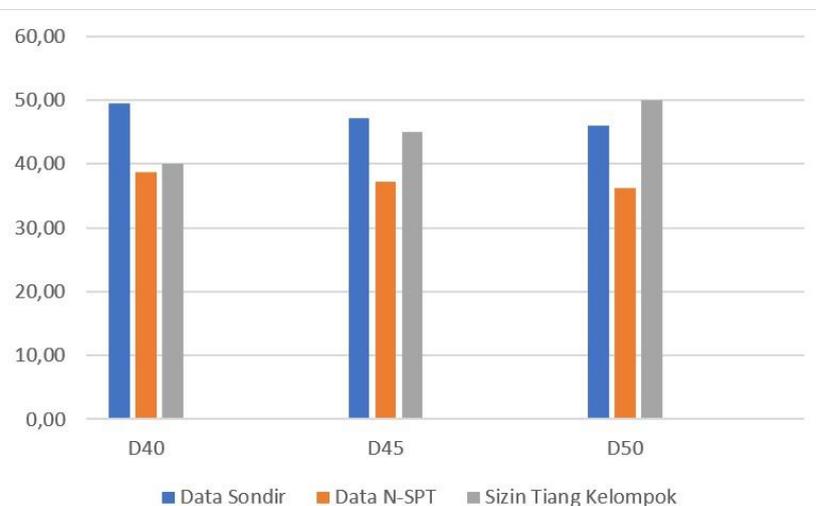
Gambar 4 Perbandingan Daya Dukung Tiang Tunggal Antar Metode



Gambar 5 Perbandingan Daya Dukung Tiang Kelompok Antar Metode



Gambar 6 Perbandingan Penurunan Tiang Tunggal Antar Uji Tanah



Gambar 7 Perbandingan Penurunan Tiang Kelompok Antar Uji Tanah

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah; perhitungan berdasarkan N-SPT menghasilkan jumlah tiang yang sedikit jika dibandingkan dengan uji CPT, hanya saja panjang tiang yang diperlukan lebih besar. Jika dilihat dari segi daya dukung tiang maka kapasitas daya dukung berdasarkan N-SPT lebih besar jika dibandingkan dengan uji CPT. Untuk penurunan dari kedua metode ini, penurunan yang sangat besar ditemukan pada uji CPT, sedangkan N-SPT relatif lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Basoka, I. W. A. (2020). Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Cone Penetration Test (Cpt) Dan Standard Penetration Test (Spt) Pada Tanah Berpasir. *UKaRsT*, 4(1), 109. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1.793>
- Ferdiany, F. S. (2016). *Dinas PUTR dan Bappeda akan Tempati Gedung Baru--Irianto Resmikan Gedung Dinas PUTR*. <https://kaltara.antaranews.com/berita/448559/dinas-putr-dan-bappeda-akan-tempati-gedung-baru-irianto-resmikan-gedung-dinas-putr>

- Grasiyanti, R. (2017). *PEMAKAIAN KAPUR DAN TRAS SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH DESA TROKETON KECAMATAN PEDAN KABUPATEN KLATEN*. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA.
- Gumilar P, M. S., Marpen, R., & Amalia, K. R. (2022). Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Data Sondir dan Data N-SPT. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(2), 311. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i2.70>
- Solin, D. P., Estikhamah, F., & Farichah, H. (2022). Analisis Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang pada Tanah Berlempung Berdasarkan Data Penyelidikan Tanah. *Agregat*, 7(1), 655–662. <https://doi.org/10.30651/ag.v7i1.13319>