

STUDI PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIVERIFIKASI DENGAN HASIL UJI *PILE DRIVING ANALYZER* (Studi Kasus Proyek *Overpass* Jalan Tol Balikpapan-Samarinda)

Nama Mahasiswa

Mohamad Isram M. Ain, S.T., M.Sc dan Dr.Emil Azmanajaya S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan

Abstrak

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain diatasnya, (Bowles, 1997). Dari cara mendukung beban, perhitungan kapasitas dukung tiang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tiang dalam menahan beban yang bekerja diatasnya atau di sekeliling pondasi tiang tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan kapasitas daya dukung tiang secara analitis dengan hasil tes dinamik yaitu pile driving analyzer (PDA) yang diperoleh di lapangan. Secara analitis, perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dilakukan dengan analisis manual menggunakan metode Alpha, U.S Army Corps, dan Tomlinson berdasarkan korelasi data dari hasil pengujian Standart Penetration Test (SPT) dilapangan. Perhitungan dilakukan pada 3 titik yaitu titik Abutment 1 (A1), Pilar 1 (P1), dan Abutment 2 (A2) pada proyek overpass jalan tol Balikpapan-Samarinda Seksi 1 Km 13, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Dari hasil analisis manual, dapat disimpulkan bahwa metode Tomlinson memiliki nilai yang paling mendekati dibandingkan dengan metode-metode lainnya yang diverifikasi dengan pengujian PDA. Nilai Q_u sebesar 340,33 ton berbanding 417 ton pada titik A1, pada titik P1 Q_u sebesar 340,33 ton berbanding 471 ton, dan pada titik A2 Q_u sebesar 265,94 ton berbanding 469 ton.

Kata kunci : pondasi tiang pancang, kapasitas daya dukung tiang, PDA.

Abstract

The foundation is the lower part structure of the building that is directly related to the ground, or part of a building that is located below the surface of the ground which has the function of bearing the burden of other parts of the building above it (Bowles, 1997). From the way to supporting the load, calculation of the pile bearing capacity is carried out to find out how much the ability of the pole to hold the load acting on it or around the pile foundation. The purpose of this study was to analyze and compare the bearing capacity of the pole analytically with the results of a dynamic test, namely the pile driving analyzer (PDA) obtained in the field. Analytically, the calculation of bearing capacity of pile foundation is done by manual analysis using the method of Alpha, U.S Army Corps, and Tomlinson based on the correlation of data from the results of testing the Standard Penetration Test (SPT) in field. The calculation is carried out at 3 points, namely Abutment 1 (A1), Pillar 1 (P1), and Abutment 2 (A2) in the overpass project of Balikpapan-Samarinda Toll in Section 1 Km 13, Balikpapan City, East Kalimantan. From the results of manual calculations, it can be concluded that the Tomlinson method has the

closest value compared to other methods verified by PDA testing. Qu value of 340.33 tons compared to 417 tons at point A1, at P1 Qu point of 340.33 tons compared to 471 tons, and at A2 point Qu was 265.94 tons compared to 469 tons.

Keyword : *pile foundation , pile bearing capacity, PDA*

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan diatasnya, (Bowles, 1997). Pondasi merupakan bagian yang sangat penting dari suatu bangunan sipil, sebagai dasar penahan beban terdasar dari suatu kontruksi agar berdiri kokoh. Berdasarkan kedalaman tertanam di dalam tanah, pondasi suatu bangunan dibedakan sebagai pondasi dangkal dan pondasi dalam. Tiang pancang merupakan salah satu contoh jenis pondasi dalam, dengan bentuknya yang panjang dan langsing dapat menyalurkan beban struktur atas ke tanah yang lebih dalam. Penentuan jenis pondasi yang akan digunakan dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya kedalaman tanah keras, beban yang dipikul oleh pondasi, dan jenis tanah pada lokasi yang akan dibangun konstruksi sipil. Dari cara mendukung beban, perhitungan kapasitas dukung tiang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tiang dalam menahan beban yang bekerja diatas atau di sekeliling pondasi tiang tersebut. Perhitungan kapasitas dukung tiang dapat dilakukan dengan cara pendekatan statis dengan mempelajari sifat-sifat teknis tanah dan kapasitas dukung dengan cara dinamis dilakukan dengan menganalisis kapasitas ultimit dengan data yang diperoleh dari data pemancangan tiang. Pada penulisan tugas akhir ini akan dibahas mengenai perencanaan struktur bawah overpass memakai pondasi tiang pancang dengan menghitung kapasitas dukung tiang secara manual menggunakan rumus-rumus yang ada, diverifikasi dengan hasil tes dinamik yaitu *pile driving analyzer* (PDA) yang diperoleh di lapangan. Dari tinjauan yang dilakukan, penulis mengambil judul penelitian tentang **“Studi Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi dengan Hasil Uji *Pile Driving Analyzer*, (Studi Kasus Proyek *Overpass* Jalan Tol Balikpapan-Samarinda)”**

1.2 Rumusan Penelitian

Adapun rumusan yang diambil dari latar belakang penelitian diatas adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal pada proyek *overpass* jalan tol Balikpapan-Samarinda Km13?
2. Berapa besar nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang kelompok pada proyek *overpass* jalan tol Balikpapan-Samarinda Km13?
3. Bagaimana perbandingan kapasitas dukung tiang pancang yang diperoleh dari perhitungan manual dengan kapasitas dukung tiang dari hasil uji tes PDA pada proyek *overpass* jalan tol Balikpapan-Samarinda Km13?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui berapa besar nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal pada proyek overpass jalan tol Balikpapan-Samarinda.
2. Dapat mengetahui berapa besar nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang kelompok pada proyek overpass jalan tol Balikpapan-Samarinda.
3. Dapat mengetahui perbandingan kapasitas dukung tiang pancang yang diperoleh dari perhitungan manual dengan kapasitas dukung tiang dari hasil uji tes PDA pada proyek *overpass* jalan tol Balikpapan-Samarinda Km13

1.4 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan batasan terhadap masalah-masalah yang ada, yakni:

1. Menggunakan data lapangan dari hasil *standart penetration test*.
2. Perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang tunggal untuk perancangan tidak dihitung.
3. Perhitungan tahanan gesek ultimit dalam kapasitas dukung tiang tunggal menggunakan tiga metode yaitu: metode Alpha, U.S. Army Corps dan metode Tomlinson.
4. Lokasi yang ditinjau pada proyek pembangunan jalan tol Balikpapan-Samarinda Seksi 1 Km 13.
5. Mengabaikan kondisi eksisting

1.5 Manfaat Penelitian.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan mengenai perencanaan daya dukung pondasi.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan referensi apabila melakukan suatu pekerjaan yang sejenis atau sama dibidangnya.

II. Landasan Teori

2.1 Tanah

Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Untuk menentukan dan mengklasifikasi tanah, diperlukan suatu pengamatan dilapangan dan suatu percobaan lapangan yang sederhana. Untuk memperoleh hasil klasifikasi yang objektif, biasanya tanah itu secara sepiintas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis. Selanjutnya tahap klasifikasi tanah berbutir halus diadakan berdasarkan percobaan konsistensi (Sosrodarsono dan Nakazawa, 2000).

2.2 Macam-macam Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam (Hardiyatmo, 1996).

2.2.1 Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti pondasi memanjang, pondasi telapak, dan pondasi rakit

2.2.2 Pondasi Dalam

didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya: pondasi sumuran dan pondasi tiang

2.3 Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan/atau baja, yang digunakan untuk mentransmisikan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah. Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam.

- Kategori Pondasi Tiang Pancang
- Jenis Pondasi Tiang Menurut Cara Pemindahan Beban
- Jenis Pondasi Tiang Menurut Cara Pemindahan Beban
- Jenis Pondasi Tiang Menurut Bahan Yang Digunakan

2.4 Kapasitas Dukung Tiang Pancang

Perhitungan Kapasitas dukung ultimit neto tiang (Q_u), yaitu dengan menjumlahkan dari tahanan ujung bawah ultimit (Q_b) dan tahanan gesek ultimit (Q_s) antara sisi tiang dan tanah disekitarnya lalu dikurangi dengan berat sendiri tiang (W_p).

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan,

Q_u = kapasitas dukung ultimit neto (kN)

Q_b = tahanan ujung bawah ultimit (kN)

Q_s = tahanan gesek ultimit (kN)

W_p = berat sendiri tiang (kN)

2.4.1 Kapasitas Dukung Ultimit Cara Statis

Kapasitas dukung ultimit tiang dengan cara statis dihitung dengan menggunakan teori mekanika tanah. Parameter tanah yang digunakan dihasilkan dari penyelidikan tanah dengan melakukan pengujian pendugaan. Salah satu metode pengujian pendugaan yang umum digunakan adalah pengujian penetrasi standar (*standart penetration test*) yang dimaksudkan untuk mengetahui estimasi nilai kerapatan relatif dengan memperoleh harga N . Hubungan kerapatan relatif dengan harga N pada tanah pasir dalam **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Hubungan kerapatan relatif dengan harga N pada tanah pasir (Hardiyatmo, 1996)

Nilai N	Kerapatan relative
< 4	Sangat tidak padat
4-10	Tidak padat
10-30	Kepadatan sedang
30-50	Padat
> 50	Sangat padat

Untuk tanah lempung jenuh, (Terzaghi dan Peck, 1948), nilai SPT N yang lebih besar dari 15 perlu dilakukan koreksi nilai SPT menurut Terzaghi dan Peck, yaitu dengan persamaan:

$$N' = 15 + \frac{1}{2} \cdot (N - 15)$$

Terzaghi dan Peck memberikan hubungan N secara kasar dengan kuat tekan bebas (q_u) yang diperoleh dari uji tekan bebas, dengan $c_u = 0,5q_u$ dan $\phi = 0$. hubungan empiris antara c_u dan N adalah $c_u = 6 N$ (kN/m²).

2.4.2 Kapasitas Dukung Tiang Dalam Tanah Kohesif

Kapasitas ultimit tiang dalam tanah kohesif adalah jumlah tahanan gesek sisi tiang dan tahanan ujung. Besar tahanan gesek tiang tergantung dari bahan dan bentuk tiang. Umumnya bila tanah homogen, tahanan gesek dinding yang berupa adhesi antara sisi tiang dan tanah akan berpengaruh besar pada kapasitas ultimitnya.

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan,

Q_u = kapasitas dukung ultimit neto (kN)

Q_b = tahanan ujung bawah ultimit (kN)

Q_s = tahanan gesek ultimit (kN)

1) Tahanan ujung ultimit

$$Q_b = A_b c_b N_c \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan,

Q_b = tahanan ujung bawah ultimit (kN)

A_b = luas penampang ujung bawah tiang (m²)

c_b = kohesi tanah disekitar ujung tiang (kN/m²)

N_c umumnya diambil sama dengan 9 (Skempton, 1959).

2) Tahanan gesek Ultimit

a) Metode Alpha (α) McClelland (1974)

Faktor adhesi sebaiknya didasarkan pada kuat geser tanah tak terganggu.

$$Q_s = \alpha c_u A_s \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan,

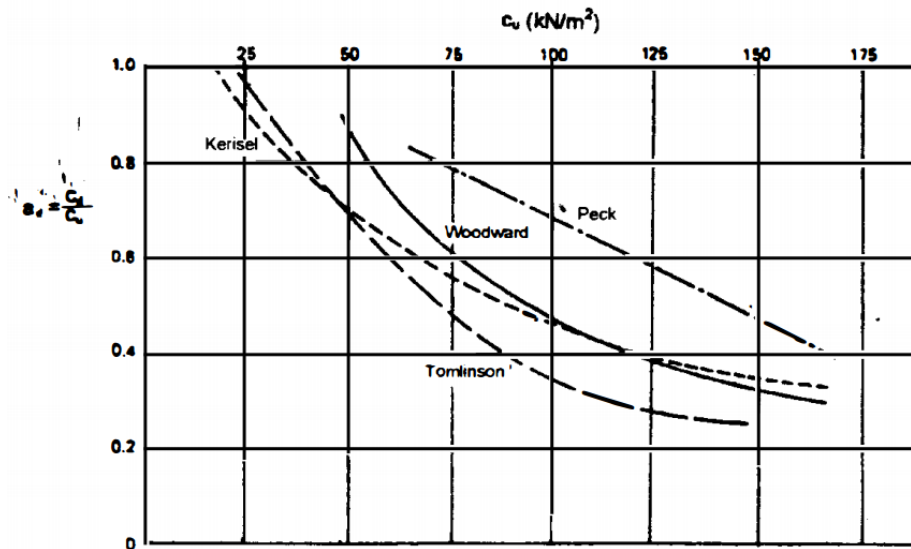
Q_s = tahanan geesek ultimit (kN)

α = faktor adhesi

c_u = kohesi tak terdrainase

A_s = keliling tiang

Untuk tiang pancang, sifat-sifat khusus hubungan c_d / c_u (atau α) dan c_u yang disimpulkan dari beberapa peneliti oleh McCielland (1974) ditunjukkan dalam **Gambar 2.2**. Dalam gambar ini terlihat bahwa untuk lempung lunak c_d/c_u mendekati 1 . Namun, untuk lempung kaku diperoleh nilai yang sangat berbeda-beda oleh pengaruh celah yang terbentuk pada waktu pemancangan tiang.

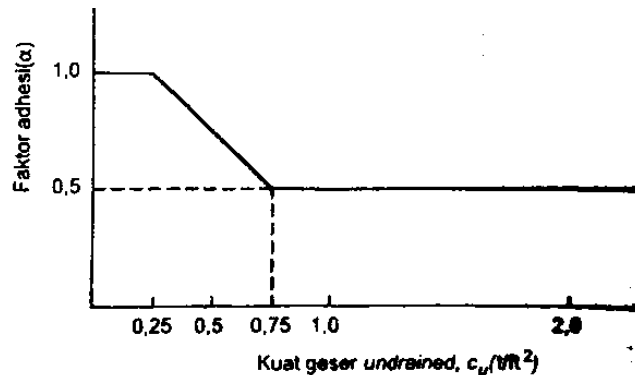


Gambar 2.2 Faktor adhesi McClelland, 1974 (Hardiyatmo, 2015).

a) Metode U.S. Army Corps (1992)

Dalam U.S. Army Corps (1992), tiang yang dipancang pada tanah lempung dengan tahanan gesek sisi tiang menggunakan metode alpha yang dinyatakan oleh **persamaan (2.4)**:

$$Q_s = \alpha c_u A_s$$



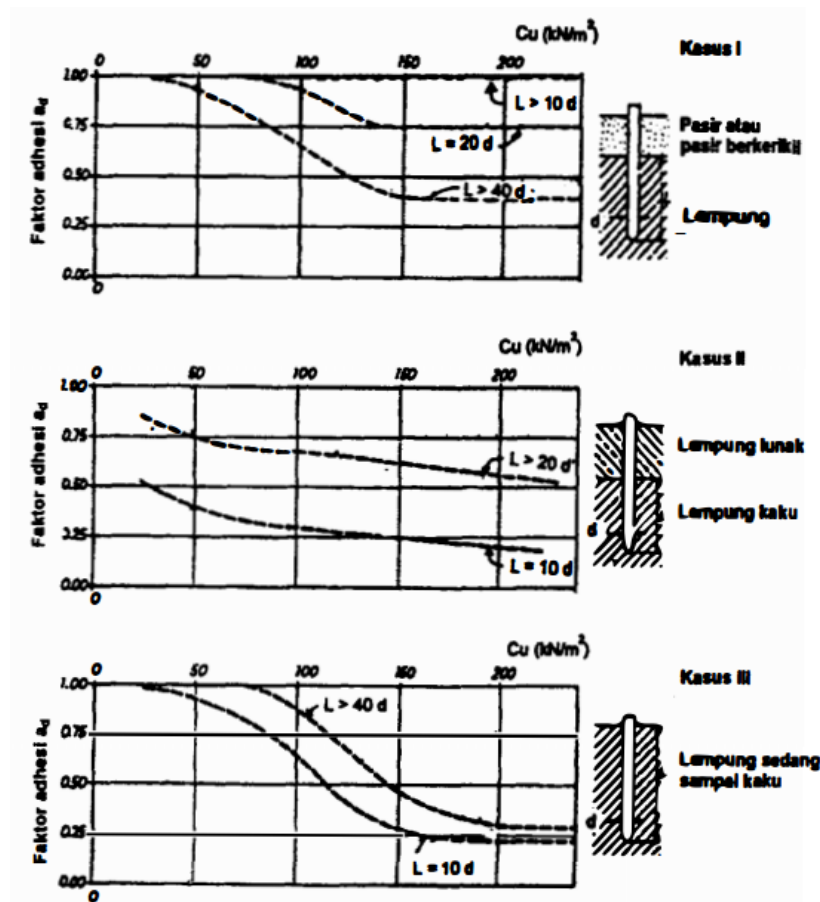
Gambar 2.3 Nilai α yang digunakan dalam metode U.S. Army Corps (1 t/ft² = 105,6 kPa) (Hardiyatmo, 2015).

b) Metode Tomlinson

Dalam metode Tomlinson (1977), tahanan gesek tiang juga dinyatakan oleh **persamaan (2.8)**:

$$Q_s = \alpha c_u A_s$$

Untuk faktor adhesi, Tomlinson (1977) memperhatikan pengaruh bentuk-bentuk lapisan tanah seperti yang diperlihatkan dalam **Gambar 2.5**:



Gambar 2.5 Hubungan antara faktor adhesi dan kohesi untuk tiang pancang dalam tanah lempung Tomlinson, 1977 (Hardiyatmo, 2015).

2.5 Kapasitas Dukung Tiang Pancang

Besarnya beban kerja (*working load*) atau kapasitas dukung tiang ijin (Q_a) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit (Q_u) dibagi dengan faktor aman (F) yang sesuai. Tomlinson (1977) menyarankan untuk faktor aman tidak kurang dari 2,5. Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan tiang pancang:

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.6 Kapasitas Dukung Tiang Pancang

asitas ultimit yang dinyatakan dalam persamaan (Terzaghi dan Peck, 1948):

$$Q_g = 2D(B + L)c + 1,3 c_b N_c BL \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan,

- Q_g = kapasitas ultimit kelompok (kN)
- c = kohesi tanah sekeliling kelompok tiang (kN/m^2)
- c_b = kohesi tanah di bawah dasar kelompok tiang (kN/m^2)
- B = lebar kelompok tiang, dihitung dari pinggir tiang-tiang (m)
- L = panjang kelompok tiang (m)

D = kedalaman tiang di bawah permukaan tanah (m)

N_c = faktor kapasitas dukung (diambil 9)

2.7 Kapasitas Dukung Tiang Pancang

Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan oleh persamaan:

$$Q_g = E_g n Q_u \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan,

E_g = efisiensi kelompok tiang

n = jumlah tiang dalam kelompok

Beberapa persamaan efisiensi tiang telah diusulkan untuk menghitung kapasitas kelompok tiang, namun semuanya hanya bersifat pendekatan. Salah satu dari persamaan-persamaan efisiensi tiang, yang disarankan oleh *Converse-Labarre formula*, sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 m n'} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan,

m = jumlah baris tiang

n' = jumlah tiang dalam satu baris

θ = arc tg d/s , dalam derajat

s = jarak pusat ke pusat tiang (m) (lihat **Gambar 2.8**)

d = diameter tiang (m)

2.8 Pile Driving Analyzer (PDA)

Pelaksanaan pengujian pembebanan dengan metode *High Strain Dynamics Pile Tests* (HSDPT) atau sering disebut *Pile Driving Analyzer (PDA) Test*, berfungsi untuk mengetahui percepatan dan regangan tiang pada saat ditumbuk diperoleh grafik gaya (F) dan kecepatan (V) menggunakan *hammer* dengan berat tertentu. Salah satu hasil tes PDA yaitu daya dukung tiang (RMX). Diperkirakan daya dukung tiang yang diuji terdiri dari tahanan ujung (*end bearing*) dan lengketan (*shaft friction*). Kriteria penerimaan hasil RMX yaitu Q_u (daya dukung ultimit tiang hasil CPT/SPT) < RMX (daya dukung ultimit tiang hasil PDA).

III. Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah menganalisis kapasitas dukung tiang yang dilakukan secara manual dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tiang sekaligus membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil tes PDA di lapangan.

4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lingkungan Politeknik Negeri Balikpapan, dengan lokasi Penelitian dilakukan pada proyek *overpass* jalan tol Balikpapan-Samarinda Seksi 1 Km 13, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

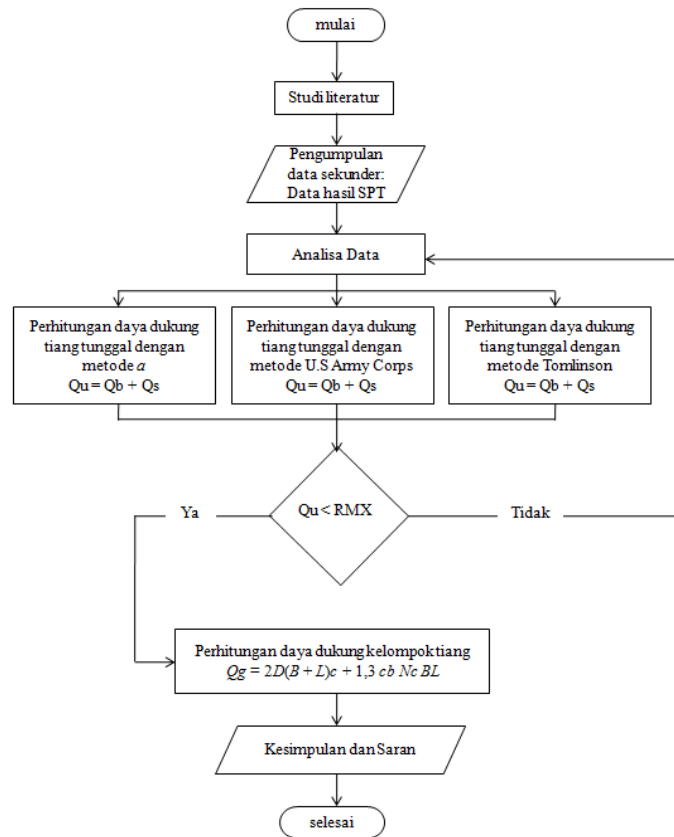
4.3 Metode Penelitian

Untuk mencapai maksud dan tujuan Penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

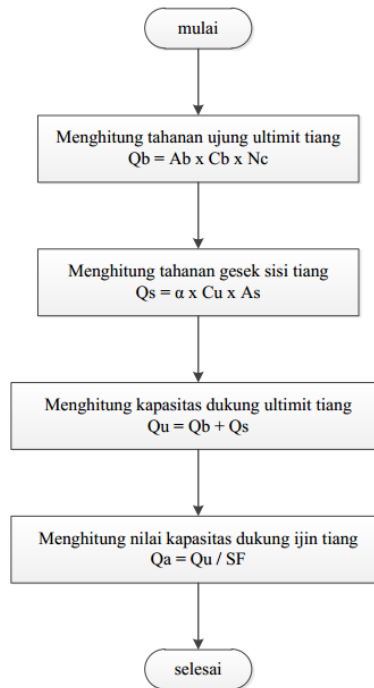
1. Tahap I (Obsevasi)
 - melakukan pengamatan langsung ke lokasi sekaligus menentukan lokasi yang ingin dijadikan sebagai objek penelitian
2. Tahap II (Studi Literatur)
 - Pada tahap ini penulis melakukan review dan studi kepustakaan (literatur) terhadap buku-buku dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan pondasi tiang.
3. Tahap III (Pengumpulan Data)
 - Pelaksanaan pengumpulan data berupa data sekunder dari pihak terkait PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. Data sekunder yang diperoleh yaitu sebagai berikut:
 - a. Data hasil SPT
 - b. Data hasil tes PDA
4. Tahap IV (Analisis Data)
 - pada tahap ini mengadakan analisis data menggunakan data hasil SPT, yaitu pada perhitungan daya dukung tiang tunggal dan perhitungan daya dukung tiang kelompok.
5. Tahap V (Kesimpulan dan Saran)
 - Membuat kesimpulan dari hasil analisis perhitungan dan perbandingan

4.4 Diagram Alir Penelitian

Tahap penelitian ini disederhanakan dalam bentuk diagram alir agar mempermudah tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam proses penelitian dalam **Gambar 3.2**. Pada **Gambar 3.3** dibawah ini menunjukkan tahapan pengerjaan daya dukung tiang dengan metode α / U.S. Army Corps/ Tomlinson.



Gambar 3.2 diagram alir tahapan proses penelitian.



Gambar 3.3 Diagram Alir Kapasitas daya dukung tiang metode α/ U.S. Army Corps/ Tomlinson.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam pembahasan Tugas Akhir ini akan membahas tentang analisa perbandingan daya dukung pondasi tiang pancang dengan daya dukung tiang hasil uji *Pile Driving Analyzer* (PDA) di lapangan pada proyek *overpass* jalan tol Balikpapan-Samarinda Km 13. Daya dukung tiang akan dihitung dengan menggunakan korelasi data dari hasil pengujian *Standart Penetration Test* (SPT) dilapangan.

4.2 Aplikasi

Dalam perhitungan kapasitas dukung tiang pancang diperoleh data sekunder sebagai penunjang dalam proses pengerjaan perhitungan:

Tabel 4.1 Data tiang pancang

Titik Pengujian	No. Tiang	Panjang (L) [m]	Diameter [m]	Keliling tiang (As)[m]	Daya dukung (RMX) [ton]
Abutment 1	BP27	20	0.8	2.51	417
Pilar 1	BP9	20	0.8	2.51	471
Abutment 2	Bp5	14	0.8	2.51	469

Tabel 4.2 Nilai N' dan c_u pada tiang Abutment 1 dan Pilar 1

No.	Kedalaman (m)		N	N'	c_u (kN/m ²)
1	0,00	- 2,45	3	3	18
2	2,45	- 4,45	60	37.5	225
3	4,45	- 6,45	14	14	84
4	6,45	- 8,45	16	15.5	93
5	8,45	- 10,45	21	18	108
6	10,45	- 12,45	35	25	150
7	12,45	- 14,45	34	24.5	147
8	14,45	- 16,45	55	35	210
9	16,45	- 18,45	60	37.5	225
10	18,45	- 20,45	45	30	180

Tabel 4.3 Nilai N' dan c_u pada tiang Abutment 2

No.	Kedalaman (m)		N	N'	c_u (kN/m ²)
1	0,00	- 2,45	2	2	12
2	2,45	- 4,45	22	18.5	111
3	4,45	- 6,45	50	32.5	195
4	6,45	- 8,45	50	32.5	195
5	8,45	- 10,45	49	32	192
6	10,45	- 12,45	43	29	174
7	12,45	- 14,45	60	37.5	225

4.3 Perbandingan Hasil Analisa Manual Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Dengan Hasil Uji PDA

Perbandingan perhitungan manual kapastias dukung tiang tunggal dengan hasil uji PDA dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Perbandingan perhitungan manual dengan hasil uji PDA

Titik Pengujian	Metode	Qu (ton)	Daya dukung (RMX) [ton]. No. Tiang
Abutment 1	A	310,11	417. (BP27)
	U.S. Army Corps	470,02	
	Tomlinson	340,33	
Pilar 1	A	310,11	471. (BP9)
	U.S. Army Corps	470,02	
	Tomlinson	340,33	
Abutment 2	A	274,50	469. (BP5)
	U.S. Army Corps	408,87	

Perbandingan dilakukan dengan memberikan kontrol terhadap Hasil perhitungan manual tidak lebih dari hasil uji tes PDA. Pada titik Abutment 1 dibandingkan dengan hasil uji PDA nomor tiang pancang BP27, titik Pilar 1 dibandingkan dengan hasil uji PDA nomor tiang pancang BP9, dan pada titik Abutment 2 dibandingkan dengan hasil uji PDA nomor tiang pancang BP5.

4.4 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Hasil perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang

Titik Pengujian	Q_a (ton)	Q_g (ton)
Abutment 1	18785,16	2290,62
Pilar 1	17427,78	2852,08
Abutment 2	20749,05	1789,94

Perbandingan dilakukan dengan memilih nilai terkecil antara hasil nilai kapasitas dukung ijin kelompok tiang (Q_a) dengan kapasitas dukung kelompok tiang ijin (Q_g). Hasil perhitungan manual pada titik Abutment 1 dengan nomor A1.1 dibandingkan dengan nomor A1.2, dititik Pilar 1 pada nomor P1.1 dibandingkan dengan nomor P1.2, dan perhitungan manual titik Abutment 2 pada nomor A2.1 dibandingkan dengan nomor A2.2.

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa manual kapasitas dukung tiang tunggal, kapasitas dukung kelompok tiang, serta perbandingan kapasitas dukung tiang antara hasil perhitungan manual dengan hasil uji dinamik tes PDA dilapangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Kapasitas dukung tiang tunggal yang dihitung secara manual dari titik Abutment 1, Pilar 1, dan titik Abutment 2 yaitu:
 - a. Pada titik Abutment 1, hasil kapasitas dukung tiang tunggal dengan metode Alpha sebesar 310,11 ton, metode U.S. Army Corps sebesar 470,02 ton, dan untuk metode Tomlinson sebesar 340,33 ton.
 - b. Pada titik Pilar 1, hasil kapasitas dukung tiang tunggal dengan metode Alpha sebesar 310,11 ton, metode U.S. Army Corps sebesar 470,02 ton, dan untuk metode Tomlinson sebesar 340,33 ton.
 - c. Pada titik Abutment 2, hasil kapasitas dukung tiang tunggal dengan metode Alpha sebesar 274,50 ton, metode U.S. Army Corps sebesar 408,87 ton, dan untuk metode Tomlinson sebesar 265,94 ton.
2. Kapasitas dukung kelompok tiang yang dihitung secara manual dari titik Abutment 1, Pilar 1, dan titik Abutment 2 yaitu:
 - a. Pada titik Abutment 1, hasil kapasitas dukung kelompok tiang dengan nilai terkecil yaitu pada nilai kapasitas dukung tiang ijin (Q_g) sebesar 2290,62 ton dari nilai kapasitas dukung ijin kelompok tiang (Q_a) sebesar 18785,16 ton.
 - b. Hasil kapasitas dukung kelompok tiang di titik Pilar 1 dengan nilai terkecil yaitu pada nilai kapasitas dukung tiang ijin (Q_g) sebesar 2852,08 ton dari nilai kapasitas dukung ijin kelompok tiang (Q_a) sebesar 17427,78 ton.
 - c. Untuk titik Abutment 2, hasil kapasitas dukung kelompok tiang dengan nilai terkecil yaitu pada nilai kapasitas dukung tiang ijin (Q_g) sebesar 1789,94 ton dari nilai kapasitas dukung ijin kelompok tiang (Q_a) sebesar 20749,05 ton.
3. Perbandingan kapasitas dukung tiang tunggal dari hasil perhitungan manual dengan hasil uji dinamik tes PDA dilapangan, dapat disimpulkan bahwa nilai dari hasil metode Tomlinson memiliki nilai yang paling mendekati dibandingkan dengan kedua metode lainnya yaitu metode Alpha dan metode U.S. Army Corps yang diverifikasi dengan pengujian PDA

5.2 Saran

1. Sebelum melakukan analisa perhitungan, sebaiknya kita memperoleh data lapangan yang lengkap, karena data tersebut sangat menunjang dalam membuat rencana analisa perhitungan.
2. Pada dasarnya ketiga metode ini mempunyai kesamaan yaitu menggunakan nilai N yang telah dikoreksi, hanya saja yang membedakan antara metode satu dengan metode yang lainnya adalah pada saat mencari faktor adhesi, yang masing-masing metode menggunakan grafik yang berbeda yaitu grafik hubungan antara faktor adhesi dengan kohesi. Untuk

penelitian selanjutnya, perlu dilakukan perhitungan kapasitas daya dukung pembanding yang menggunakan hasil pengujian laboratorium yang akan memberikan nilai-nilai parameter tanah seperti kohesi dan sudut geser dalam, yang sangat berpengaruh dalam perhitungan kapasitas daya dukung tiang, sehingga dapat menggunakan metode lainnya sesuai dengan langkah kerja dan syarat-syaratnya

Daftar Pustaka

- Bowles, J. E., 1988, *Analisis dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1997, *Analisis dan Desain Pondasi, Edisi kedua*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 1996, *Teknik Pondasi I*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2002, *Teknik Pondasi II*, Edisi ke-empat, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2015, *Analisa dan Perancangan Fondasi II, Edisi ketiga*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Jamaludin, 2018 : *Laporan PDA Test, Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi I (Simpang Susun STA 01+200)*, PT. Paduan Dinamika Testing Indonesia, Jakarta.
- Legrans R.R.I. dan Imbar S., 2011, *Tinjauan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Tanah Berlapis Berdasarkan Hasil Uji Penetrasi Standar (Spt) (Studi Kasus Lokasi Pembangunan Jembatan Lahar Naha)*, Jurnal Universitas Sam Ratulangi.
- Sosrodarsono, S., dan Nakazawa, K., 2000, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wibisono, I., 2017, *Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Pada Rencana Proyek Pembangunan Ruko Grandcity Balikpapan*, Jurnal Politeknik Negeri Balikpapan.
- Yusti, A. dan Fahriani, F., 2014, *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test Dan Capwap (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank Sumsel Babel di Pangkalpinang)*, Jurnal Unversitas Bangka Belitung.