



**ANALISA KEANDALAN FONDASI TIANG
TIPE BORED PILE TIPE TIANG PANCANG BAJA DAN TIPE TIANG PANCANG
BETON PADA SEGMENT 2 PERLUASAN APRON BANDARA A.P.T PRANOTO
SAMARINDA**

Oleh

Tomy Priyanto¹, Eswan², Hence Michael Wuaten³

**^{1,2,3}Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945
Samarinda**

e-mail: *¹priyantotomy@gmail.com

Abstract

kondisi tanah di daerah ini tergolong tidak baik apabila langsung digunakan sebagai apron, sehingga dalam proses pembangunan apron diperlukan perbaikan tanah dasar untuk meningkatkan daya dukungnya. Sehubungan kondisi tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan kajian terkait keandalan penggunaan fondasi tiang jenis bored pile, tiang pancang baja dan tiang pancang beton sebagai alternatif konstruksi untuk perbaikan daya dukung tanah pada lokasi pelebaran Bandar Udara A.P.T Pranoto berdasarkan standar dan hasil pengujian tanah di lokasi. Prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahapan penting untuk memastikan pemantauan yang efektif dan efisien terhadap hasil audit dengan tahapan sebagai berikut: Perencanaan dan desain pemilihan metode uji, Pengamatan visual, Penentuan lokasi pengujian dan pelaksanaan pengujian tanah, dan Pengolahan dan analisis data. Hasil Analisa berdasarkan Perilaku Tanah atau sifat tanah atau Soil Behaviour Type (SBT) maka keandalan masing-masing tipe fondasi untuk meningkatkan daya dukung tanah di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda

Keywords: Fondasi Tiang, Tipe Bored Pile Tipe Tiang Pancang Baja, Tipe Tiang Pancang Beton

PENDAHULUAN

Bandar udara sebagai prasarana dalam penyelenggaraan penerbangan merupakan tempat pelayanan jasa kebandarudaraan dalam menunjang kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi lainnya, harus ditata secara terpadu agar dapat mewujudkan penyediaan jasa kebandarudaraan sesuai dengan tingkat kebutuhannya. Sebagai salah satu bagian dalam sub sektor transportasi, penyelenggaraan transportasi udara mempunyai kedudukan yang cukup strategis dalam konteks perekonomian daerah maupun nasional, sehingga salah satu komponen yang harus diperhatikan dalam pengembangan dan kualitas pelayanan adalah pengembangan kinerja bandar udara.

Dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan, maka pada Tahun 2024 direncanakan akan dilakukan perluasan dan penambahan kapasitas apron di Bandara APT Pranoto. Dari sisi lokasi Bandara APT Pranoto terletak di Kelurahan Sungai Siring, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda. Secara umum area ini merupakan kawasan tangkapan air sebelum dialih fungsikan menjadi Bandara. Berdasarkan kondisi tersebut kondisi tanah di daerah ini tergolong tidak baik apabila langsung digunakan sebagai apron, sehingga dalam proses pembangunan apron diperlukan perbaikan tanah dasar untuk meningkatkan daya dukungnya. Sehubungan kondisi tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan



kajian terkait keandalan penggunaan fondasi tiang jenis bored pile, tiang pancang baja dan tiang pancang beton sebagai alternatif konstruksi untuk perbaikan daya dukung tanah pada lokasi pelebaran Bandar Udara A.P.T Pranoto berdasarkan standar dan hasil pengujian tanah di lokasi.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana perilaku tanah eksisting di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda berdasarkan data hasil pengujian tanah ?
2. Bagaimana keandalan penggunaan fondasi tiang bored pile, tiang pancang baja dan tiang pancang beton untuk meningkatkan daya dukung tanah di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda ?

Tujuan

1. Mengetahui perilaku tanah eksisting di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda berdasarkan data hasil pengujian tanah.
2. Mengetahui keandalan penggunaan fondasi tiang bored pile, tiang pancang baja dan tiang pancang beton untuk meningkatkan daya dukung tanah di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda.

Batasan Masalah

1. Analisa keandalan pada rencana perbaikan tanah pelebaran apron, menggunakan perbandingan 3 tipe fondasi tiang yaitu, tiang bored pile, tiang pancang baja dan tiang pancang beton.
2. Kriteria dan parameter desain untuk persyaratan geoteknik apron bandara didasarkan pada Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Udara Nomor KP14 Tahun 2021 tentang Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara.
3. Parameter dan kriteria persyaratan tanah untuk kebutuhan geoteknik didasarkan pada ketentuan yang diatur dalam SNI 8460:2017 tentang Persyaratan perancangan geoteknik.

4. Dalam penelitian ini hanya dibatasi pada aspek keandalan fondasi tiang dan tidak membahas aspek biaya konstruksi terkait ketiga jenis fondasi tersebut.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai penilaian keandalan terhadap struktur bawah apron dalam hal ini penggunaan fondasi tiang sehingga dapat dihasilkan rekomendasi dan perbandingan kekuatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Studi Terdahulu

Berdasarkan penelitian Chuanda (2017), dengan mengambil objek penelitian kajian pengaruh pemancangan garbarata terhadap daya dukung apron di Bandara Supadio, Pontianak, Kalimantan Barat, menggunakan parameter analisa terhadap gerakan tanah yang terjadi akibat proses pemancangan fondasi tiang pancang square pile dan mobilisasi alat pancang HSPD 120 T terhadap daya dukung apron, service road, serta bangunan fixed bridge Bandara. Dari hasil analisa data didapat bahwa akibat proses pemancangan fondasi garbarata yang berjarak 1,5 meter dengan apron menghasilkan penurunan yang bervariasi dengan nilai terbesar 4,38 cm. Sedangkan akibat proses pemancangan fondasi garbarata yang berjarak 7 meter dengan apron menghasilkan penurunan yang bervariasi dengan nilai terbesar 3,15 cm. Selain itu, akibat proses pemancangan terjadi penurunan yang bervariasi pada area service road dengan nilai penurunan tertinggi sebesar 13,50 cm.

Dari hasil penelitian Schipper (2022), terhadap desain sisi udara taxi way, exit taxi way dan apron, Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda, Kalimantan Timur dengan parameter untuk menentukan mengetahui daya dukung tanah di lokasi tersebut berdasarkan data hasil pengujian tanah menggunakan tiang pancang. Berdasarkan hasil pengujian tanah dan analisa daya dukung tanah didapat bahwa kapasitas daya dukung satu tiang pancang berdasarkan data CPT sebesar 377,54

ton dan daya dukung berdasarkan data Seperti sebesar 413,51 ton.

Apron

Apron merupakan penghubung antara terminal dengan lapangan udara. Apron mencakup daerah parkir pesawat yang disebut ramp dan daerah untuk menuju ramp tersebut. Pada ramp ini, pesawat diparkir pada tempat yang disebut pintu hubung ke pesawat (gate).

Tabel 2. 1 Dimensi Apron

Penjelasan	Kategori Pesawat udara					
	A	B	C	D	E	F
Dimensi Apron (untuk 1 pesawat)						
a. Self taxiing (45° taxiing)						
Panjang (m)	40	40	70	70-85	70	85
Lebar (m)	25	25	55	35-80	55-80	55-80
b. Nose in						
Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
Lebar (m)	-	-	45	70	70	70

Tanah

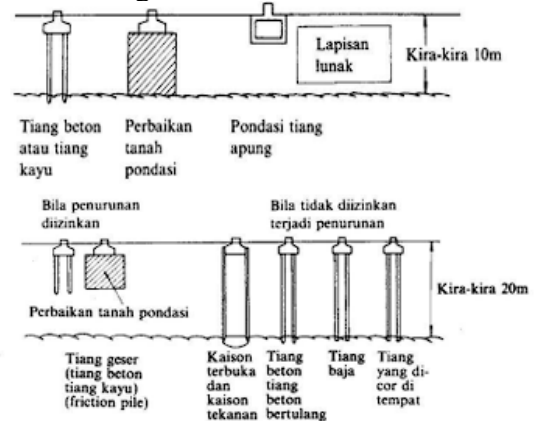
Tanah adalah himpunan atau kumpulan dari mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas dan terletak di atas batuan dasar yang berasal dari proses pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia, yang sifat-sifat teknisnya, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dapat dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya proses pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo, 2006).

Menurut Najooan (2022), daya dukung tanah dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Daya dukung tanah yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan fondasi akan berada dalam batas-batas yang diizinkan, oleh karena itu analisis penurunan tanah harus dilakukan karena umumnya bangunan peka terhadap penurunan yang berlebihan.

Fondasi

Fondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada dibawahnya (Hardiyatmo, 2014). Pondasi terdiri atas 2 jenis yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam.

Fondasi dangkal merupakan fondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti fondasi telapak, fondasi memanjang dan fondasi rakit. Fondasi dalam didefinisikan sebagai fondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya fondasi sumuran dan fondasi tiang.



Gambar 2.2 Ilustrasi penggunaan fondasi

Daya dukung ultimit vertikal atau aksial tiang tunggal terdiri atas tahananujung tiang yang berasal dari dasar tiang dan tahanan friksi yang bekerja atas interaksi tanah dengan selimut tiang. Kondisi tersebut dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s - W$$

$$Q_u = A_p f_{p} + A_s f_s - W$$

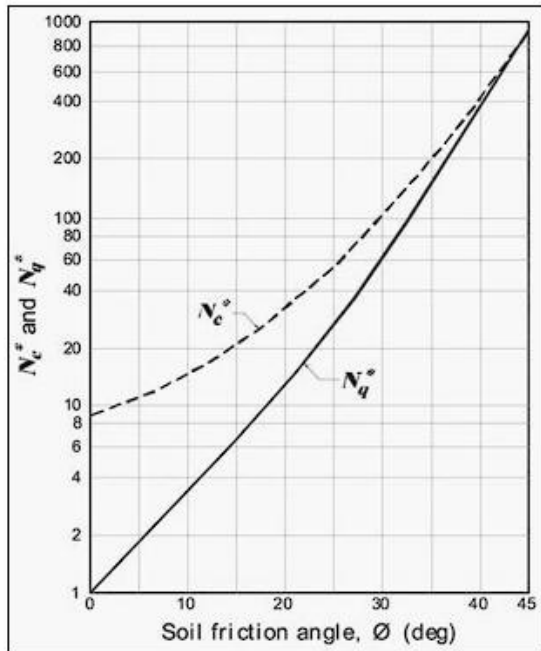
(1)

Dengan menggunakan metode Meyerhof (1976), tahanan ujung tiang umumnya dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$Q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^*)$$

(2)

Menurut Meyerhof (1976), bahwa nilai faktor daya dukung dapat ditentukan berdasarkan grafik di bawah ini :



Gambar 2.3 Hubungan antara sudut gesek dengan N_c^* , N_q^*

Tabel 2.3 Faktor ω (Hardiyatmo, 2014)

Kondisi Tanah	Faktor ω
Pasir terkonsolidasi normal (OCR=1)	1
Pasir mengandung banyak kerikil kasar dan pasir dengan nilai OCR = 2 sampai 4	0.67
Kerikil halus dan pasir dengan nilai OCR = 6 sampai 10	0.5

Pondasi tiang bor (bored pile)

merupakan fondasi yang dibuat dengan metode pengeboran dan pengecoran beton langsung di lokasi. Keunggulan utama bored pile antara lain kemampuannya untuk menyesuaikan diameter dan kedalaman lubang secara fleksibel, tidak menimbulkan kebisingan atau getaran selama proses instalasi, serta memiliki kapasitas daya dukung yang besar dan cocok untuk segala jenis tanah. Selain itu, bored pile memungkinkan pengamatan langsung terhadap jenis

tanah selama pengeboran, dan tidak memerlukan sambungan tiang, sehingga mengurangi titik lemah struktur. Namun, bored pile juga memiliki sejumlah kelemahan seperti kerentanan terhadap pengaruh air tanah yang tinggi, potensi gangguan kepadatan tanah selama pengeboran, kesulitan memastikan kualitas beton secara merata di sepanjang tiang, serta waktu pelaksanaan yang lebih lama akibat kebutuhan curing dan pengujian beton. Selain itu, pelaksanaan bored pile menghasilkan limbah lumpur dalam jumlah besar yang memerlukan penanganan khusus.

Tiang pancang baja

dibuat dari material baja berkualitas tinggi yang dikenal mampu menembus tanah keras dan berbatu. Keunggulan tiang jenis ini antara lain kemudahan penyambungan, kapasitas daya dukung tinggi, serta ketahanan terhadap tekanan tanpa risiko patah selama pengangkatan dan pemancangan. Kelebihan ini menjadikan tiang baja ideal untuk digunakan pada kondisi tanah ekstrem. Namun, tiang pancang baja memiliki kelemahan utama yaitu kerentanan terhadap korosi, terutama bila digunakan di lingkungan yang mengandung air atau bahan kimia agresif. Meskipun dapat dilindungi dengan lapisan anti karat, biaya perawatan tetap harus diperhitungkan. Selain itu, bagian tertentu seperti H-pile rentan rusak atau bengkok apabila menemui hambatan keras saat pemancangan.

Tiang pancang beton pracetak

adalah jenis fondasi yang dibuat dengan mencetak beton bertulang di pabrik sebelum dipancang ke dalam tanah. Keunggulannya mencakup ketahanan terhadap cuaca dan korosi, presisi tinggi dalam proses produksi, serta efisiensi waktu karena tidak tergantung pada kondisi air tanah. Tiang ini mampu



menahan tekanan tinggi dan cocok untuk proyek-proyek skala besar, termasuk perkuatan tanah lunak. Meski demikian, tiang beton pracetak memiliki beberapa kekurangan, seperti potensi pecahnya kepala tiang saat pemancangan, kesulitan dalam proses pemancangan apabila diameter tiang terlalu besar, serta tingginya kebutuhan tulangan akibat tegangan yang terjadi selama proses pengangkutan dan pemancangan. Selain itu, pemancangan dapat menimbulkan gangguan pada tanah sekitar, seperti penggembungan permukaan tanah.



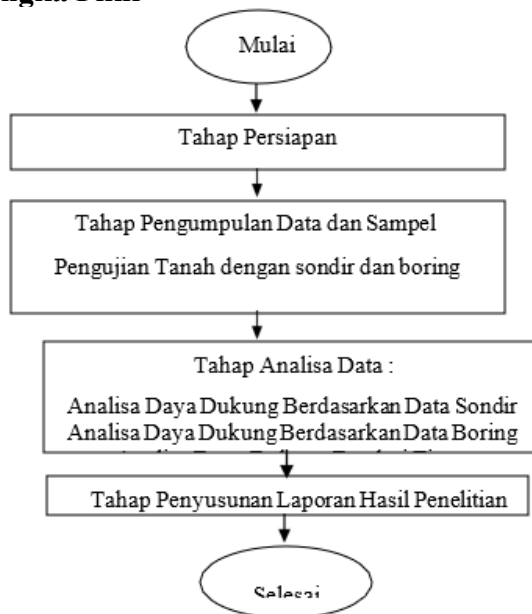
Tabel 2.4. Faktor Aman Yang Disarankan (Reese & O'Neill, 1989)

Klasifikasi Struktur	Faktor Keamanan (F)			
	Kontrol baik	Kontrol Buruk	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat Jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2,9	3	3,5	3,6
Sementara	2,9	3	3,3	3,8

Sumber : (Reese & O'Neill, 1989)

METODOLOGI PENELITIAN

Kerangka Pikir



Gambar 3. 2 Kerangka pikir penelitian Metode Penelitian

Prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahapan penting untuk memastikan pemantauan yang efektif dan efisien terhadap hasil audit dengan tahapan sebagai berikut :

1. Perencanaan dan desain pemilihan metode uji.
2. Pengamatan visual.
3. Penentuan lokasi pengujian dan pelaksanaan pengujian tanah.
4. Pengolahan dan analisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolaan Data Berdasarkan Data Sondir S01

Analisa Data Sondir S01

Analisa Daya Dukung Pondasi

Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Boor Pile

- Daya Dukung Tiang Hasil CPT Menurut Bagemann (1956)

Menurut Bagemann (1956), kapasitas ujung tiang dapat diambil dari nilai q_c rata-rata yang dihitung dari nilai q_c yang berada 8.d di atas kedalaman tiang rencana sampai 4.d di bawah kedalaman tiang rencana. Sedangkan nilai kapasitas gesek tiang per satuan luas diambil dari nilai hambatan lekat atau q_f (Hardiyatmo, 2010).

Berat sendiri tiang w_p =

$Ab \cdot gt \cdot L$ =

21,195 kN

Kapasitas dukung ultimit tiang Q_u =

$Ab \cdot q_c \text{ avg} + As \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 2354,866$ Kn

Q_u =

$Ab \cdot q_c \text{ avg} + As \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 235,487$ Ton

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Faktor keamanan

$SF = 5, 0$

Kapasitas dukung ijin tiang Q_a =

$Q_u / SF = 470,973$ kN

Kapasitas dukung ijin tiang Q_a =

$Q_u / SF = 47,097$ Ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang

Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u$ =

$Q_g \text{ Bagemann} = 2311427,73$ kN

$Q_g \text{ Bagemann} = 231142,773$ ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang

Kapasitas dukung ijin kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a$ =

$Q_g \text{ Bagemann} =$

462285,545 kN

46228,555 ton

- 2) Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Baja

- Daya Dukung Tiang Hasil CPT Menurut Bagemann (1956)



Berat sendiri tiang $w_p = A_b \cdot g_t \cdot L = 23,738$ kN
 Kapasitas dukung ultimit tiang $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 2352,323$ kN
 $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 235,232$ Kn

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ijin Tiang
 Faktor keamanan $SF = 5,0$
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 470,465$ kN
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 47,046$ Ton

- Analisa Kelompok Tiang
 Efisiensi tiang $E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn'} = 0,640$

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 2308931,24$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 230893,124$ ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ijin kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 461786,248$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 46178,625$ ton

3) **Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Beton**
 - Daya Dukung Tiang Hasil CPT Menurut Bagemann (1956)
 Berat sendiri tiang $w_p = A_b \cdot g_t \cdot L = 27,000$ kN
 Kapasitas dukung ultimit tiang $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 2457,037$ kN
 $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 245,704$ KN

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ijin Tiang
 Faktor keamanan $SF = 5,0$
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 491,407$ kN
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 49,141$ Ton

- Analisa Kelompok Tiang
 Efisiensi tiang $E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn'} = 0,640$

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 2411714,04$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 241171$ ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ijin kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 482342,808$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 48234,281$ ton

Pengolaan Data Berdasarkan Data Sondir S02

Analisa Data Sondir S02

Analisa Daya Dukung Pondasi

Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Boor Pile

- Daya Dukung Tiang Hasil CPT Menurut Bagemann (1956)
 Menurut Bagemann (1956), kapasitas ujung tiang dapat diambil dari nilai q_c rata-rata yang dihitung dari nilai q_c yang berada 8.d di atas kedalaman tiang rencana sampai 4.d di bawah kedalaman tiang rencana.

Sedangkan nilai kapasitas gesek tiang per satuan luas diambil dari nilai hambatan lekat atau q_f (Hardiyatmo, 2010).

Berat sendiri tiang $w_p = A_b \cdot g_t \cdot L = 21,195$ kN
 Kapasitas dukung ultimit tiang $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 3669,749$ Kn
 $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 366,948$ Ton

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ijin Tiang
 Faktor keamanan $SF = 5,0$
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 733,896$ kN
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 73,390$ Ton

- Analisa Kelompok Tiang
 Efisiensi tiang $E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn'} = 0,640$

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 3601791,42$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 360179,142$ ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ijin kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 720358,283$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 72035,828$ ton

2) **Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Baja**
 - Daya Dukung Tiang Hasil CPT Menurut Bagemann (1956)
 Berat sendiri tiang $w_p = A_b \cdot g_t \cdot L = 23,738$ kN
 Kapasitas dukung ultimit tiang $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 3666,936$ kN
 $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 366,694$ Kn

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ijin Tiang
 Faktor keamanan $SF = 5,0$
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 733,387$ kN
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 73,339$ Ton

- Analisa Kelompok Tiang
 Efisiensi tiang $E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn'} = 0,640$

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 3599294,93$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 359929,493$ ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ijin kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 719858,986$ kN
 $Q_g \text{ Bagemann} = 71985,899$ ton

3) **Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Beton**
 - Daya Dukung Tiang Hasil CPT Menurut Bagemann (1956)
 Berat sendiri tiang $w_p = A_b \cdot g_t \cdot L = 27,000$ kN
 Kapasitas dukung ultimit tiang $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 3910,965$ kN
 $Q_u = A_b \cdot q_c \text{ avg} + A_s \cdot q_f \text{ avg} - w_p = 391,097$ KN

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ijin Tiang
 Faktor keamanan $SF = 5,0$
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 782,193$ kN
 Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 78,219$ Ton

- Analisa Kelompok Tiang
 Efisiensi tiang $E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn'} = 0,640$

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang
 Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u = 3838822,89$ kN



Qg Bagemann = 383882,289 ton

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang
Kapasitas dukung ijin kelompok tiang:

767764,578 kN

76776,458 ton

Qg = Eg.n.Qu
Qg Bagemann =
Qg Bagemann =

Pengolahan Data Berdasarkan Data Boring BH01

Analisa Daya Dukung Pondasi

Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Boor Pile Menurut Meyerhof (1976)

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ujung Tiang Hasil SPT
Kapasistas Dukung Ujung Tiang

$$Q_b = 447,450 \text{ Kn}$$

- Perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Ijin
Faktor keamanan

$$SF = 5,0$$

Kapasitas dukung ijin tiang

$$Q_a = Q_u/SF = 83,132$$

kN

$$Q_a = Q_u/SF = 8,313 \text{ ton}$$

Menurut Decourt-Quaresma (1982)

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ujung Tiang Hasil SPT
Kapasistas Dukung Ujung Tiang

$$Q_b = a.K_{dp}.N_{avg}.A_b = 120,105 \text{ Kn}$$

- Perhitungan Kapasitas Dukung Gesek Tiang

Tabel 4.5 perhitungan kapasitas dukung gesek tiang

Dept h	L (m)	N SP T	(Ni/3) + 1	bi	As (m ²)	Qs (kN)
0,00	1	0	1,000	0,80	0,942	7,536
2,00	2	2	1,667	0,80	0,942	25,120

4,00	2	3	2,000	0,80	0,942	30,144
6,00	2	4	2,333	0,80	0,942	35,168
8,00	2	5	2,667	0,80	0,942	40,192
10,00	2	6	3,000	0,80	0,942	45,216
12,00	2	8	3,667	0,80	0,942	55,264
Dept h	L (m)	N SP T	(Ni/3) + 1	bi	As (m ²)	Qs (kN)
14,00	2	10	4,333	0,80	0,942	65,312
16,00	2	15	6,000	0,80	0,942	90,432
18,00	2	17	6,667	0,80	0,942	100,480

- Perhitungan Kapasitas Dukung Ultimit Tiang
Kapasitas dukung ijin tiang $Q_a = Q_u/SF = 116,635 \text{ kN}$
 $Q_a = Q_u/SF = 11,664 \text{ ton}$

- Analisa Kelompok Tiang
Efisiensi tiang $E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn'} = 0,640$

- Analisa Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang
Kapasitas dukung ultimit kelompok tiang: $Q_g = E_g.n.Q_u = 383882,89 \text{ kN}$
 $Q_g \text{ Meyerhof} = 383882,289 \text{ ton}$
 $Q_g \text{ Decourt-Quaresma} = 383882,289 \text{ ton}$

- Analisa Kapasitas Dukung Ijin Kelompok Tiang
Kapasitas dukung ijin kelompok tiang: $Q_g = E_g.n.Q_u = 383882,89 \text{ kN}$
 $Q_g \text{ Meyerhof} = 383882,289 \text{ ton}$
 $Q_g \text{ Decourt-Quaresma} = 383882,289 \text{ ton}$



Tabel 4.7 Resume Hasil Perhitungan Kapasitas Kelompok Tiang Berdasarkan Data CPT

Metode Pendekatan	Diameter Rencana (m)	Kedalaman Rencana (m)	Kapasitas			
			Ultimit Tiang (Qu)		Ijin Tiang (Qa)	
			(KN)	(ton)	(KN)	(ton)
PONDASI TIANG BOOR PILE (BULAT)						
Bagemann	1533,00	0,640	2311427,726	231142,773	462285,545	46228,545
PONDASI TIANG PANCANG BAJA						
Bagemann	1533,00	0,640	2308931,242	230893,124	461786,248	46178,624
PONDASI TIANG PANCANG (PERSEGI)						
Bagemann	1533,00	0,640	2411714,042	241171,404	482342,808	48234,280

2) Hasil Analisa berdasarkan Data Sondir S02

Dari hasil analisa daya dukung pondasi tiang berdasarkan data CPT (Sondir) didapat data-data hasil perhitungan seperti disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4.8 Resume Hasil Perhitungan Kapasitas Tiang Berdasarkan Data CPT

Metode Pendekatan	Diameter Rencana (m)	Kedalaman Rencana (m)	Kapasitas			
			Ultimit Tiang (Qu)		Ijin Tiang (Qa)	
			(KN)	(ton)	(KN)	(ton)
PONDASI TIANG BOOR PILE (BULAT)						
Bagemann	0,30	12	3669,479	366,948	733,896	73,390
PONDASI TIANG PANCANG BAJA						
Bagemann	0,30	12	3666,936	366,694	733,387	73,339
PONDASI TIANG PANCANG (PERSEGI)						
Bagemann	0,30	12	3910,965	391,097	782,193	78,219

Tabel 4.9 Resume Hasil Perhitungan Kapasitas Kelompok Tiang Berdasarkan Data CPT

Berdasarkan Data C.F.P							
Metode Pendekatan	Diameter Rencana (m)	Kedalaman Rencana (m)	X	Kapasitas			
				Ultimit Tiang (Qu)		Ijin Tiang (Qa)	
				(KN)	(ton)	(KN)	(ton)
PONDASI TIANG BOOR PILE (BULAT)							
Bagemann	1533,00	0,640		3601791,416	360179,142	720358,283	72035,83
PONDASI TIANG PANCANG BAJA							
Bagemann	1533,00	0,640		3599294,932	359929,493	719858,986	71985,90
PONDASI TIANG PANCANG (PERSEGI)							
Bagemann	1533,00	0,640		3838822,892	383882,289	767764,578	76776,46

3) Hasil Analisa berdasarkan Data Boring BH01

Dari hasil analisa didapat data-data hasil perhitungan sebagai berikut

Tabel 4.10 Resume Hasil Perhitungan Kapasitas Tiang Berdasarkan Data SPT

Metode Pendekatan	Diameter Rencana (m)	Kedalaman Rencana (m)		Kapasitas			
				Ultimit Tiang (Qu)		Ijin Tiang (Qa)	
				(KN)	(ton)	(KN)	(ton)
PONDASI TIANG BOOR PILE (BULAT)							
Meyerhof	0,30	18	416	41,566	83,132	8,313	
Decourt-Quaresma	0,30	18	583	58,318	116,635	11,664	
PONDASI TIANG PANCANG BAJA							
Meyerhof	0,30	18	412	41,184	82,368	8,237	
Decourt-Quaresma	0,30	18	579	57,936	115,872	11,587	
PONDASI TIANG PANCANG (PERSEGI)							
Meyerhof	0,30	18	530	52,950	105,900	10,590	
Decourt-Quaresma	0,30	18	607	60,736	121,473	12,147	

Tabel 4.11 Resume Hasil Perhitungan Kapasitas Kelompok Tiang Berdasarkan Data SPT

Metode Pendekatan	Diameter Rencana (m)	Kedalaman Rencana (m)	Kapasitas			
			Ultimit Tiang (Qu)		Ijin Tiang (Qa)	
			(KN)	(ton)	(KN)	(ton)
PONDASI TIANG BOOR PILE (BULAT)						
Meyerhof	1533	0,640	407990,218	40799,022	81598,044	8159,80
Decourt-Quaresma	1533	0,640	572419,136	57241,914	114483,827	11448,3
PONDASI TIANG PANCANG BAJA						
Meyerhof	1533	0,640	404245,492	40424,549	80849,098	8084,91
Decourt-Quaresma	1533	0,640	568674,410	56867,441	113734,882	11373,4
PONDASI TIANG PANCANG (PERSEGI)						
Meyerhof	1533	0,640	519732,761	51973,276	103946,552	10394,6
Decourt-Quaresma	1533	0,640	596160,470	59616,047	119232,094	11923,2

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan Grafik identifikasi tanah menurut Robertson et.al., (1986) maka Pada penelitian ini Perilaku Tanah atau sifat tanah atau Soil Behaviour Type (SBT)

yaitu: Berada pada zona 4 Silty clay to clay atau lanau lempungan sampai lempung sampai dengan zona 5 clayed silt to silty clay atau lanau lempungan sampai lempung lanauan. Dengan demikian kondisi tanah hasil pengujian di lapangan dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif.

2. Hasil Analisa berdasarkan Perilaku Tanah atau sifat tanah atau Soil Behaviour Type (SBT) maka keandalan masing-masing tipe fondasi untuk meningkatkan daya dukung tanah di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda dapat dilihat dengan Kapasitas Ultimate (Qu) paling tinggi yaitu:

- Fondasi tiang bored pile Kapasitas Ultimate Tiang (Qu) 3669,479 kN / 366,948 ton dengan Kapasitas Ijin 733,896 kN / 73,390 Ton dengan diameter Rencana 0,3 dan Kedalaman Rencana 12 m
- Fondasi tiang pancang baja Kapasitas Ultimate Tiang (Qu) 3666,936 kN / 366,694 ton dengan Kapasitas Ijin 733,387 kN / 73,339 Ton dengan diameter Rencana 0,3 dan Kedalaman Rencana 12 m
- Fondasi tiang pancang beton Kapasitas Ultimate Tiang (Qu) 391,097 kN / 366,694 ton dengan Kapasitas Ijin 782,193 kN / 78,219 Ton dengan diameter Rencana 0,3 dan Kedalaman Rencana 12 m
- Fondasi tiang bored pile Kapasitas Ultimate Kelompok Tiang (Qu) 3601791,416 kN / 360179,142 ton dengan Kapasitas Ijin 720358,283 kN / 72035,83 Ton dengan diameter Rencana 0,3 dan Kedalaman Rencana 12 m
- Fondasi tiang pancang baja Kapasitas Ultimate Kelompok Tiang (Qu) 3599294,932 kN / 359929,493 ton dengan Kapasitas Ijin 719858,986 kN / 71985,90 Ton dengan diameter



- Rencana 0,3 dan Kedalaman Rencana 12 m
- Fondasi tiang pancang beton Kapasitas Ultimate Kelompok Tiang (Qu) 3838822,892 kN / 383882,289 ton dengan Kapasitas Ijin 767764,578 kN / 76776,46 Ton dengan diameter Rencana 0,3 dan Kedalaman Rencana 12 m

Saran

1. Untuk menentukan hasil keandalan bisa menggunakan beberapa variasi Pengujian dilapangan untuk mendapatkan hasil yang lebih detail
2. Disarankan menggunakan nilai faktor aman (SF) yang lebih tinggi dari nilai normalnya saat perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Ijin untuk Prosedur Pengujian SPT.
3. Penelitian lebih lanjut mengenai Keandalan keandalan masing-masing tipe fondasi untuk meningkatkan daya dukung tanah di lokasi rencana pelebaran apron Bandar Udara A.P.T Pranoto Samarinda ini perlu dilakukan dengan metode-metode lain yang kemudian bisa dibandingkan dengan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional, (2017), SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik, Jakarta.
- [2] Bowles J.E, (1993), Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- [3] Chuanda, (2017), Kajian Pengaruh Pemancangan Tiang Pancang Garbarata Terhadap Daya Dukung Apro, Service Road dan Fixed Bridge Studi Kasus Pada Pembangunan Terminal Penumpang Bandara Supadio, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Tanjung Pura, Pontianak, Vol 17 No. 1, pp. 1 – 16.
- [4] Hardiyatmo H.C, (2011), Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [5] Jia P, (2021), Quality Control Measures for Boredd Pile in Highway and Bridge Construction, Transportation Manager World, 2021(07): 93–94.
- [6] Kementerian Perhubungan, (2021), Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP14 Tahun 2021 Tentang Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara, Jakarta.
- [7] Liu D, (2022), Construction Management Analysis of Bridge Boredd Piles, Engineering Technology Research, 7(21): 121–123.
- [8] Prasetya, I. D, (2018), Studi Perencanaan Fondasi Tiang Pancang (Spun Pile) Pada Gedung Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan-Jawa Timur, Jurnal Eprint, 5–46.
- [9] Schipper, L.A, (2022), Analisis Penentuan Jenis Pondasi Pada Tanah Lunak Dengan Menggunakan Metoda Meyerhof dan Brom, Geoplanart Jurnal Vol. 4 No. 1, pp. 23 – 35.
- [10] Shi Y, (2022), Research on Construction Technology of Boredd Piles for Highway Bridges. Bulk Cement, 2022(06): 128–130.
- [11] Yulianto, Faisal E, (2019), Solusi Dan Permasalahannya Dalam Pembangunan Infrastruktur Yang Berwawasan Lingkungan, Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.
- [12] Yang L, 2022, Application of Boredd Pile Construction Technology in Highway and Bridge Construction, Building Materials Development Guide, 20(20): 184–186.
- [13] Wu W, (2022), Application of Bored Pile Technology in the Construction of a Highway Bridge, Jiangxi Building Materials, 2022(09): 186–188.