

PEMBUATAN PROGRAM APLIKASI UNTUK PERHITUNGAN DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB

Ryan Wijaya¹, Willy Sugiarto Chandra², Gogot Setiabudi³, Pamuda Pudjisuryadi⁴

ABSTRAK : Banyak perumusan yang dapat digunakan untuk perencanaan pondasi tiang. Perhitungan secara manual akan menghabiskan proses yang lama, panjang, serta peluang terjadinya kesalahan juga besar. Dengan meluasnya penggunaan komputer, pembuatan suatu program aplikasi komputer akan membantu perhitungan lebih cepat dan akurat. Dalam tugas akhir ini, sebuah program dibuat dengan menggunakan MATLAB yang dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam perencanaan pondasi tiang. MATLAB dipilih karena telah tersedia untuk berbagai sistem operasi serta memiliki kemampuan fasilitas grafik yang cukup baik dan kemampuan *graphical user interface* yang membantu dalam pemrograman. Pembahasan yang ditinjau dalam tugas akhir ini meliputi daya dukung pondasi tiang tunggal, efisiensi pondasi tiang kelompok (*pile group*), analisa gaya geser negatif (*negative skin friction*), dan penurunan pondasi tiang dengan beberapa rumus serta asumsi umum yang sering dipakai. Program ini telah dijalankan sekaligus diverifikasi dengan perhitungan manual. Setiap hasil dari program ini sama dengan hasil dari perhitungan manual dan proses pengoperasian program cukup cepat.

KATA KUNCI: daya dukung, penurunan, pondasi tiang, MATLAB

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis pondasi yang umum digunakan pada saat ini adalah pondasi tiang. Umumnya, pondasi tiang digunakan apabila tanah keras, yang memiliki daya dukung cukup untuk memikul beban total bangunan di atasnya (*super structure*), terletak sangat dalam dari tanah dasar bangunan tersebut (Sardjono, 1984). Dalam perencanaannya, pondasi tiang direncanakan sedemikian rupa sehingga gaya-gaya luar yang bekerja tidak lebih dari daya dukung yang diijinkan. Untuk mendapatkan desain pondasi tiang yang baik, ada berbagai macam rumus yang perlu ditinjau dan dibandingkan. Selain memerlukan proses perhitungan yang panjang dan lama, peluang terjadinya kesalahan juga besar kalau dikerjakan secara manual. Dengan pertimbangan itu dan semakin meluasnya penggunaan komputer, pembuatan suatu program aplikasi komputer untuk perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi tiang akan membantu perhitungan lebih cepat dan akurat. MATLAB (MATriks LABoratory) adalah salah satu *software* pemrograman yang telah tersedia untuk berbagai sistem operasi (Away, 2006). Selain itu, MATLAB memiliki fasilitas grafik yang cukup baik dan kemampuan *graphical user interface* yang sangat membantu dalam pemrograman. Maka dari itu, tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendesain program untuk perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi tiang dengan menggunakan MATLAB. Manfaat yang diharapkan dari program dalam tugas akhir ini adalah dapat membantu proses perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi tiang di dalam perkuliahan dan dunia kerja.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, m21411064@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, m21411106@john.petra.ac.id

³ Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, gogot@petra.ac.id

⁴ Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, pamuda@petra.ac.id

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kapasitas Dukung Tiang Pancang Tunggal

Kapasitas dukung yang ditinjau merupakan kapasitas dukung *ultimate* yang dirumuskan oleh Hardiyatmo (2010) sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s = q_p \cdot A_p + f_s \cdot A_s \quad (2.1)$$

di mana:

Q_u = kapasitas dukung aksial ultimit tiang pancang (kN)

Q_p = kapasitas tahanan di ujung tiang (kN)

Q_s = kapasitas tahanan kulit (kN)

q_p = tahanan ujung satuan (kN/m²)

A_p = luas penampang tiang pancang (m²)

f_s = tahanan gesek satuan (kN/m²)

A_s = luas kulit tiang pancang (m²)

Pada program dalam tugas akhir ini, nilai tahanan ujung satuan (q_p) dan tahanan gesek satuan (f_s) dapat diperoleh dengan beberapa metode sebagai berikut:

1. Berdasarkan Tes Sondir (CPT), meliputi:
 - Metode Schmertmann dan Nottingham
 - Metode Meyerhof (hanya berlaku untuk tanah non kohesif saja)
 - Metode deRuiter dan Beriungen
2. Berdasarkan Tes SPT
 - Metode Meyerhof
 - Metode Schmertmann
 - Metode Decourt
3. Berdasarkan Parameter Tanah untuk tahanan ujung satuan (q_p)
 - Metode Vesic
 - Metode Meyerhof
 - Metode Coyle dan Castello (hanya berlaku untuk tanah non kohesif saja)
4. Berdasarkan Parameter Tanah untuk tahanan gesek satuan (f_s)
 - Untuk tanah non kohesif: Metode Coyle dan Castello, Metode β
 - Untuk tanah kohesif : Metode α , Metode US Army Corp, Metode λ

2.2. Kapasitas Dukung Tiang Pancang Kelompok

Das (2011) merumuskan kapasitas dukung ultimit kelompok tiang sebagai berikut:

$$Q_g = E_g \times n \times Q_u \quad (2.2)$$

di mana:

Q_g = beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan (kN)

E_g = efisiensi kelompok tiang

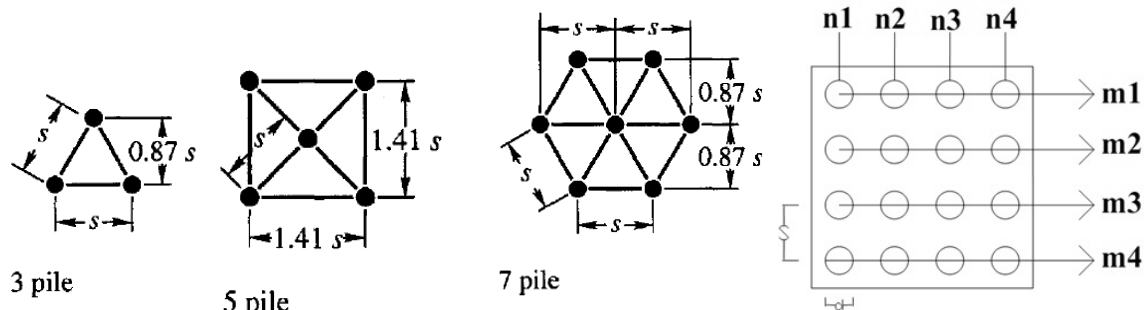
n = jumlah tiang dalam kelompok

Q_u = kapasitas dukung aksial ultimit tiang pancang (kN)

Nilai efisiensi kelompok tiang dapat diperoleh dengan beberapa metode sebagai berikut:

1. Metode Converse Labare
2. Metode Los Angeles Group Action Formula
3. Metode Seiler Keeny
4. Metode Iyer

Syarat jarak antar tiang dalam sebuah *pile cap* dibatasi antara $2.5d$ sampai $3d$ (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1970). Biasanya jarak minimum dan maksimum adalah 0.6 m dan 2 m. Beberapa konfigurasi *pile group* yang ada dan digunakan pada program dalam tugas akhir ini dapat dilihat di **Gambar 1**.



Gambar 1 Konfigurasi Pile Group
Sumber: Muthy (2002)

2.3. Negative Skin Friction (Gaya Geser Negatif)

Tidak jarang bahwa *negative skin friction* yang terjadi cukup besar sehingga menimbulkan penurunan yang besar dan menambah gaya vertikal sehingga dapat menyebabkan keruntuhan. *Negative skin friction* bekerja mulai dari bagian atas tiang sampai kedalaman tertentu yang dinamakan titik netral. Metode yang digunakan untuk perhitungan *negative skin friction* pada program dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Metode *Clay Fill Over Granular Soil*
2. Metode *Granular Fill Over Clay Soil*

2.4. Penurunan Tiang Pancang Tunggal

Pada program dalam tugas akhir ini, penurunan tiang pancang tunggal diperoleh dengan beberapa metode sebagai berikut:

1. Metode Poulos Davis
2. Metode Elastis

2.5. Penurunan Tiang Pancang Kelompok

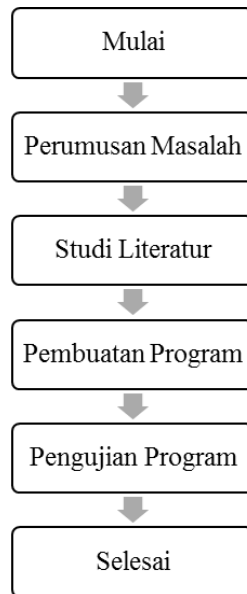
Pada program dalam tugas akhir ini, penurunan tiang pancang kelompok yang ditinjau adalah:

1. Penurunan Segera (*Immediate Settlement*)
2. Penurunan Konsolidasi

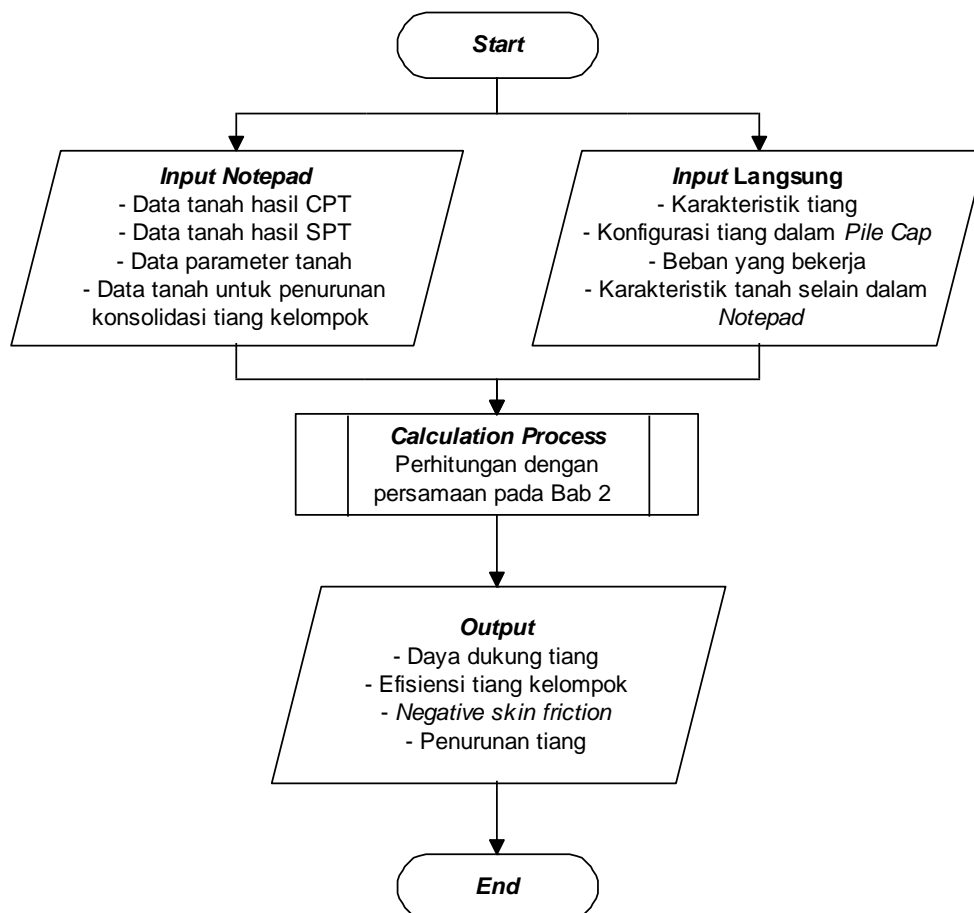
3. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan program dalam tugas akhir ini menggunakan beberapa buku referensi dan *software* penunjang (MATLAB dan Notepad). Ada beberapa *input* yang bila harus dimasukkan satu per satu secara manual cukuplah merepotkan. Maka dari itu, Notepad digunakan untuk mempermudah dan membantu *user* dalam memasukkan *input* tersebut. Pada program dalam tugas akhir ini, ada banyak grafik dan tabel yang digunakan dalam perhitungan. Grafik dan tabel tersebut diolah terlebih dahulu dengan interpolasi secara linier untuk skala normal atau linier. Interpolasi dapat dijalankan dengan perintah “interp1”, untuk fungsi satu variabel, dan “interp2”, untuk fungsi dua variabel, pada MATLAB. Khusus untuk grafik, nilai-nilai acuan pada grafik dicari dahulu sebelum diinterpolasi melalui MATLAB. Nilai-nilai acuan ini adalah koordinat titik-titik pada grafik yang bila disambungkan dengan segmen-segmen garis linier antar titik berdekatan akan menyerupai grafik

sesungguhnya. Kerangka metodologi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2** sedangkan garis besar alur program dapat dilihat pada **Gambar 3**.

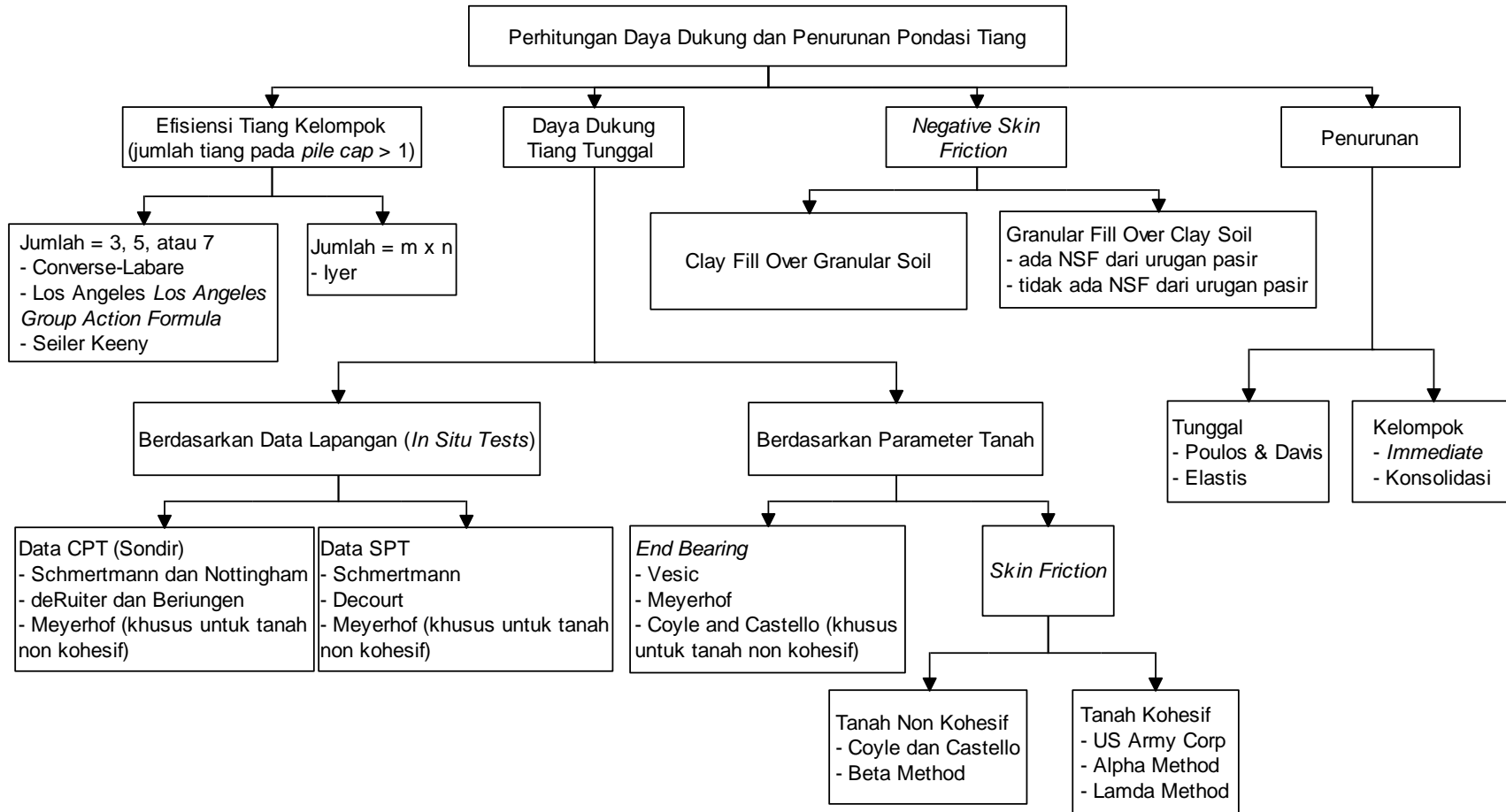


Gambar 2 Kerangka Metodologi Penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Garis Besar Program

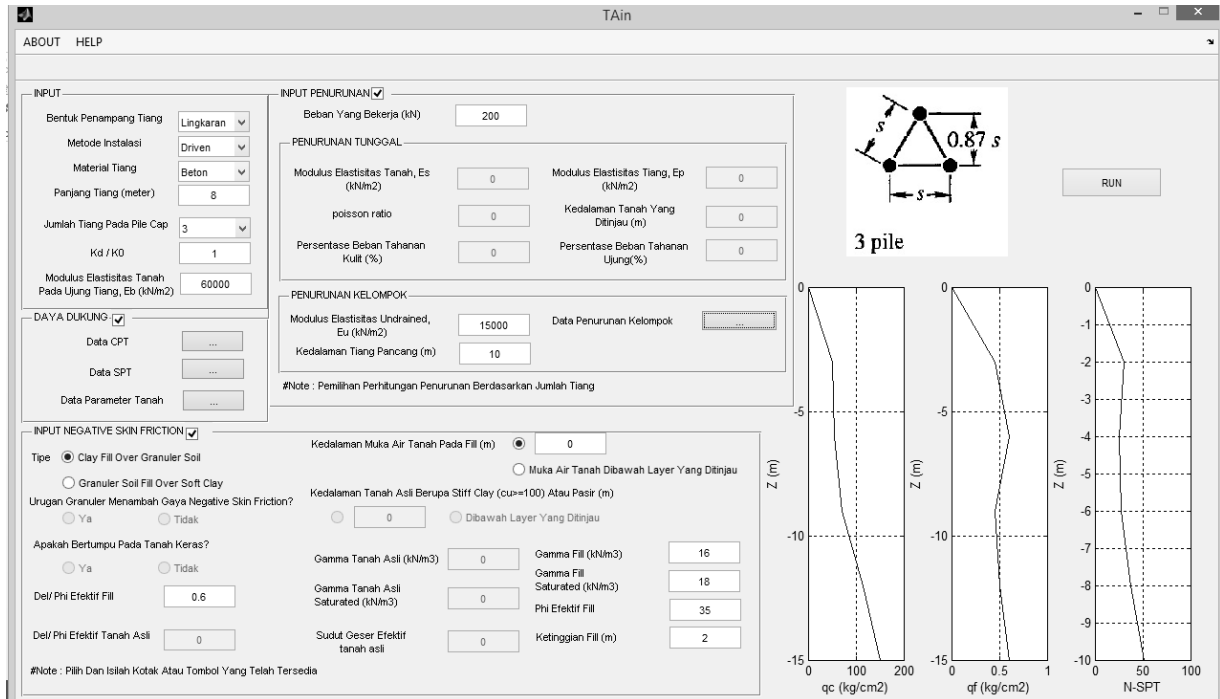
Rumus-rumus yang digunakan pada program dalam tugas akhir ini cukuplah banyak dan memiliki kegunaan yang berbeda masing-masing. Untuk mempermudah, rumus-rumus tersebut dijabarkan pada **Gambar 4**.



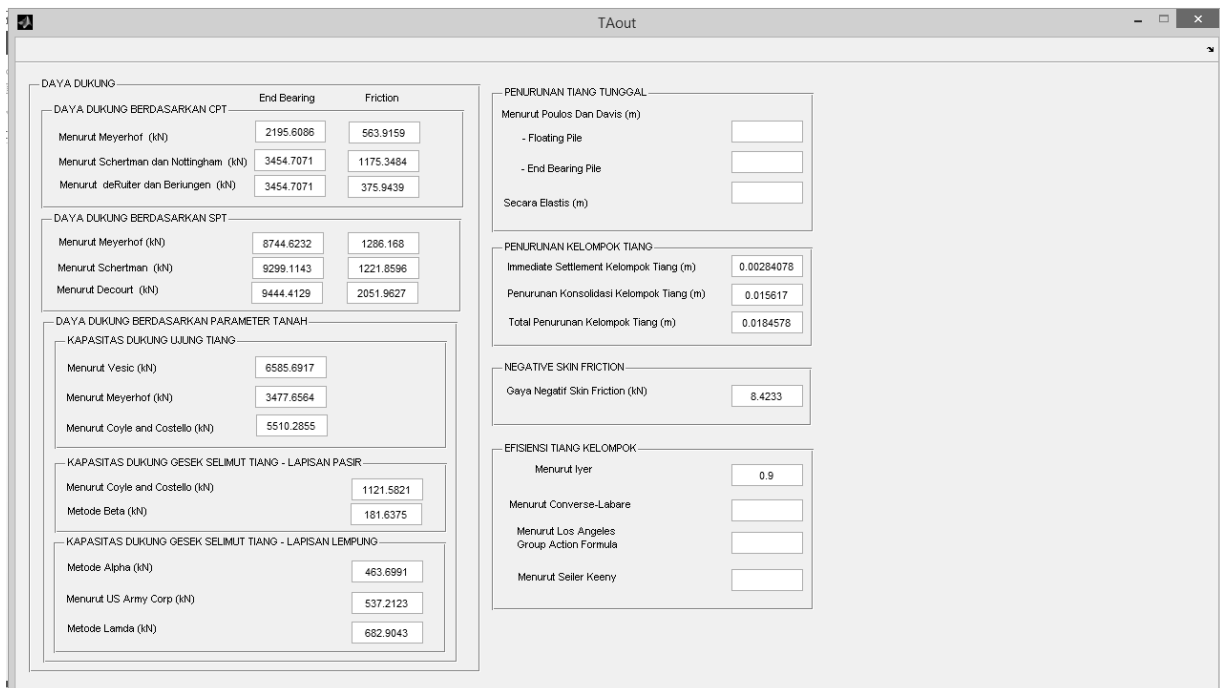
Gambar 4 Ilustrasi Fitur dalam Program

4. HASIL

Tampilan *input* dan *output* saat program dioperasikan dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**. Pengoperasian yang dilakukan dalam tugas akhir ini hanyalah sekedar ilustrasi saja.



Gambar 5 Ilustrasi Tampilan *Input* Program



Gambar 6 Ilustrasi Tampilan *Output* Program

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perbandingan antara *output* dari program dan hasil perhitungan manual sesuai rumus dan asumsi yang digunakan pada tugas akhir ini memiliki besar nilai yang sama. Saat program dijalankan, *user* memasukkan *input* secara langsung dan *output* pengolahan oleh program dapat dilihat secara langsung. Maka dari itu, program dalam tugas akhir ini dapat membantu proses perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi tiang dengan cukup cepat dan akurat. Untuk ke depannya, ada hal-hal yang masih bisa ditinjau lebih lagi untuk mengembangkan program ini. Beberapa hal yang dapat dikembangkan seperti penambahan rumus-rumus untuk ditinjau, tipe tiang untuk ditinjau, pembahasan kapasitas dukung lateral, dan pembahasan kapasitas dukung terhadap momen.

6. DAFTAR REFERENSI

- Away, Gunaidi A. (2006). *The Shortcut of MATLAB Programming*, Informatika, Bandung.
- Das, Braja. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering* (7th ed.), Thomson, Bandung.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (1970). *Peraturan Muatan untuk Jembatan Jalan Raya*, Departemen Pekerjaan Umum, Author, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Muthy, V. N. S. (2002). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, CRC Press, New York.
- Sardjono, H.S. (1984). *Pondasi Tiang Pancang, Jilid 1*, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.