

BAB 1

PENDAHULUAN

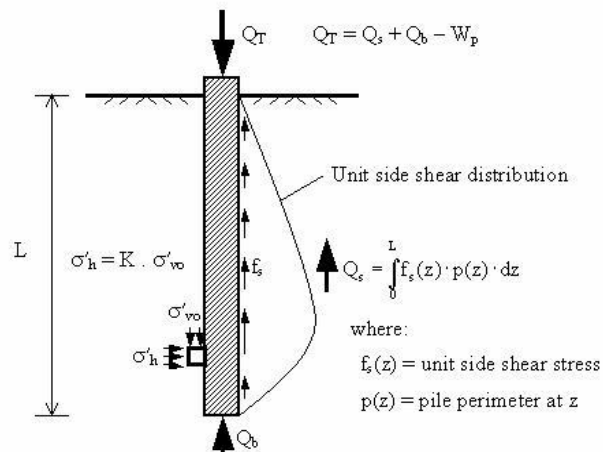
1.1. Latar Belakang

Permasalahan yang terjadi pada rekayasa geoteknik adalah sangat kompleks yang menyebabkan ketidakakuratan hasil yang didapatkan dikarenakan saling keterikatan data atau variabel. Adapun permasalahan yang sering terjadi pada Rekayasa Geoteknik adalah permasalahan pondasi. Pondasi adalah bagian terbawah dari suatu struktur yang berfungsi menyalurkan beban (meneruskan beban) dari struktur di atasnya ke lapisan tanah pendukung sampai mencapai daya dukung tanah yang aman. Daya dukung pondasi tiang harus mampu menerima beban dari struktur atas tanpa mengalami kerusakan LimaSalle (1999) menyatakan dalam penelitiannya bahwa tidak ada seorang ahli geoteknik yang dapat membuat perkiraan daya dukung batas (*ultimate*) secara konsisten dan tepat.

Dimensi dan kedalaman pondasi harus disesuaikan dengan besarnya beban yang harus dipikul sedangkan kondisi tanah sebagai letak atau landasan pondasi yang akan dipasang sangat dipengaruhi oleh pengambilan data penyelidikan tanah (*soil investigation*). Penyelidikan tanah yang sering dilakukan untuk analisa perhitungan pondasi adalah pengujian Sondir, Boring Mesin, hasil yang didapatkan pada pengujian Sondir berupa *conus resistance* dan *friction* sedangkan pengujian Boring Mesin yang didapatkan nilai SPT (*standart penetration test*) dan data pengujian laboratorium (*Soil Properties dan Soil Engineering*).

Dalam perkembangan waktu penggunaan pondasi tiang bor (*bored pile*) menjadi sangat populer dalam perencanaan gedung atau bangunan bertingkat tinggi, ataupun struktur teknik sipil yang lain yang memerlukan beban rencana yang besar. Selain itu, penggunaan pondasi *bored pile* dapat meminimalkan getaran dan kebisingan yang diakibatkan dari penggunaan pondasi tersebut, tentunya hal tersebut harus disesuaikan dengan ukuran diameter dan kedalaman tiang yang ada. Namun, dari itu semua, penggunaan pondasi *bored pile* tidak lepas dari masalah yang mungkin dapat ditimbulkan dalam penggunaan jenis pondasi tersebut, diantaranya adalah dalam pelaksanaan pondasi *bored pile* yaitu tercampurnya lumpur kedalam struktur beton, dimana lumpur tidak keluar pada lubang bor

dan mengendap di sepanjang kedalaman lubang maupun *bottom bor* serta pada saat pengujian beban. Permasalahan yang terjadi dikarenakan kurangnya pengetahuan mengenai pelaksanaan tiang bor dan pelaksanaan saat pengujian, seperti perapian *capping* ujung tiang, tidak lurus (*centre*) antara beban (*hammer*) dengan titik tiang, tidak sesuainya beban *hammer* yang diijinkan terhadap beban rencana, tidak menempelnya sensor pada beton yang keras dan serta tidak didukungnya sumber daya manusia (SDM) yang tidak bersertifikasi, khususnya dalam bidang geoteknik. Adapun transfer beban aksial yang diterima oleh pondasi *bored pile* dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. Transfer Beban Aksial Pondasi Dalam pada Gesekan Selimut dan Ujung Tiang (Coduto,1994)

Coduto (1994), *Poulos and Davis* (1980) menyatakan dalam penelitiannya tidak ada hasil perhitungan daya dukung tiang dan penurunan yang menunjukkan kesamaan hasil antara *predicted value* (rumus konvensional) dengan hasil pengamatan (*observed value*). *Coduto* (1994) membagi 3 (tiga) metode untuk menghitung daya dukung aksial pondasi tiang yaitu dengan uji beban skala penuh, metode statik (menggunakan prinsip-prinsip mekanika tanah klasik) dan metode dinamik (Pengujian PDA). Pengujian skala penuh membutuhkan biaya yang relatif besar, membutuhkan waktu yang relatif lama dari kedua metode yang lain, dan memiliki tingkat resiko yang cenderung lebih tinggi bagi pekerja, hal ini dikarenakan tumpukan blok-blok beton yang digunakan dalam pengujian yang berada di atas. *Setio et al.*

(2000) menyatakan bahwa dari ketiga metode tersebut, menganggap pengujian beban skala penuh adalah metode yang merepresentasikan beban aksial yang ada, walaupun dalam penerapan metode uji beban PDA (*Pile Driving Analyzer*) mempunyai hasil yang relatif sama dengan korelasi yang baik dengan *static loading test*.

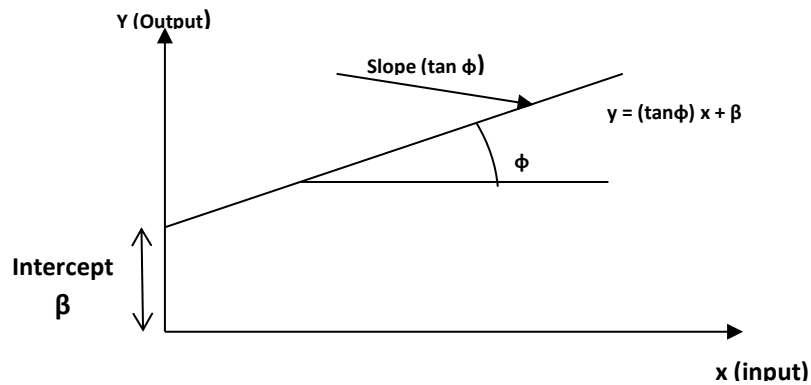
Akibat dari masih ditemukannya permasalahan-permasalahan dalam rekayasa geoteknik, maka ditemukan metode baru yang diharapkan dapat menjawab tantangan dalam perkembangan ilmu geoteknik yaitu metode jaringan syaraf tiruan (*artificial intelligence*) yang diilhami dari kesuksesan sistem otak manusia yang terdiri dari ribuan bahkan jutaan neuron dalam bentuk jaringan syaraf yang berfungsi sebagai pemroses informasi dalam mengambil keputusan untuk sebuah tindakan, jaringan syaraf tiruan diharapkan dapat dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang muncul dalam dunia geoteknik, terutama dalam skala yang besar dan kompleks.

Semenjak tahun 1990an telah banyak peneliti yang telah mengaplikasikan metode jaringan syaraf tiruan pada permasalahan ilmu rekayasa geoteknik. Alkroosh & Nikraz (2012) meneliti tentang kapasitas beban aksial pada pondasi tiang pancang pada tanah kohesif. Niken (2012) melakukan penelitian kapasitas daya dukung *ultimate* tiang pancang dan penurunan di tanah berpasir, sedangkan Goh et al. (2005), Shahin & Jaksa (2008) melakukan penelitian dengan mengaplikasikan jaringan syaraf tiruan pada tahanan kulit pondasi tiang.

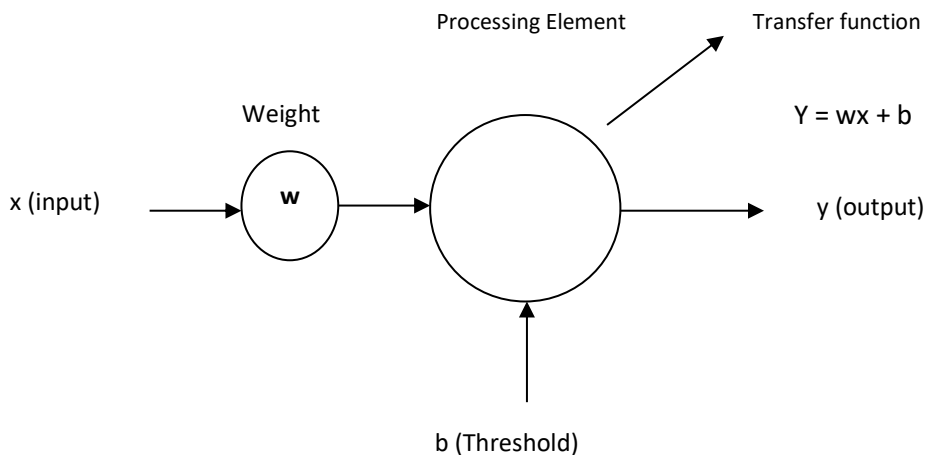
Pendekatan analisa dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan sangat bagus untuk mendapatkan hasil pendekatan yang baik dengan membandingkan dengan metode konvensional yang ada. Hal yang membedakan model jaringan syaraf tiruan dengan model konvensional atau matematika adalah sebagai berikut (Javadi et al., 2001; Hashash et al., 2004; Kanan & Faez, 2004).

- a. Pembuatan model jaringan syaraf tiruan tidak memerlukan asumsi awal tentang hukum fisik suatu system (*a priori any physical law*).
- b. Pada model jaringan syaraf tiruan, apabila diperoleh data baru, maka kemampuan untuk memprediksi dapat ditingkatkan dengan dilatih menggunakan data baru tersebut dengan cara yang relatif mudah.

Pemodelan jaringan syaraf tiruan (*artificial neural networks*) mempunyai filosofi pemodelan yang hampir sama atau serupa dengan statistic, dikarenakan keduanya berupaya atau berusaha menangkap hubungan historis antara *input* dan *output* yang bersesuaian. Pada model *regresi linier*, fungsi “f” dapat diperoleh dengan mengubah *slope* ($\tan \phi$) dan *intercept* “ β ” (Gambar 1.2), sehingga *error* antara output aktual dan output persamaan garis lurus tersebut adalah minimal, dan persamaan model regresi linier pada jaringan syaraf tiruan dengan mempunyai satu lapis input dan lapis output dengan fungsi aktivasi linier (Shahin et al, 2001). Model jaringan syaraf tiruan yang mempresentasikan model regresi linier pada analisa statistik dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1.2. Model Regresi Linier pada Statistik (Shahin et al., 2001)



Gambar 1.3. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang Mempresentasikan Model Regresi Linier pada Analisa Statistik (Shahin et al., 2001)

Pemodelan jaringan syaraf tiruan termasuk dalam metode dengan menggunakan data *driven* (data yang digunakan sama halnya dengan parameter model yang tidak diketahui, adalah menentukan model struktur). Pada model regresi linier statistik beban atau bobot “*w/weight*” pada model jaringan syaraf tiruan ekuivalen dengan slope ($\tan \phi$) dan threshold/bias “*b*” ekuivalen dengan intercept “ β ” yaitu model Statistik dengan model struktur yang ditentukan terlebih dahulu sebelum mengestimasi parameter model yang tidak diketahui (Shahin et al., 2002; Purnomo & Kurniawan, 2006).

Menurut Bowles (1988), Rahman & Mulla (2005), Prakoso (2006) Karakteristik yang terdapat pada Rekayasa Geoteknik yaitu *Uncertainly, Imprecision, Nonlinearity dan Complexity* mempunyai kesesuaian dengan model jaringan syaraf tiruan dalam menganalisa, memprediksi, dan menyesuaikan diri terhadap data yang mengandung *noisy* atau data yang tidak lengkap, menangkap hubungan yang tidak linier antara variable, serta tidak memerlukan asumsi awal tentang hukum fisik (*a priori any physical law*) pada suatu system pemodelan. Adapun rangkuman kesamaan atau kesesuaian Sifat Masalah Geoteknik dengan Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Table 1.1. Kesamaan atau Kesesuaian Sifat Masalah Geoteknik dengan JST

Sifat pada Masalah Rekayasa Geoteknik	Sifat Metode Jaringan Syaraf Tiruan
1. Uncertainly (ketidakpastian), karena terbatasnya jumlah pengujian	1. Dapat menyesuaikan diri dan belajar
2. Imprecision (ketidaktepatan), karena pada kondisi tertentu keputusan dan pengalaman engineer menentukan perilaku tanah.	2. Memprediksi penyelesaian terhadap data yang mengandung <i>noisy</i> .
3. Nonlinearity (tidak linier), karena tanah adalah multi fase, heterogen dan anisotropik	3. Dapat mengatasi data yang tidak lengkap.
4. Complexity (rumit), karena melibatkan banyak variable.	4. Dapat menangkap hubungan yang tidak linier yang pada system.

Dengan melihat kesamaan, atau kesesuaian antara rekayasa geoteknik dengan jaringan syaraf tiruan serta didukung oleh penelitian-penelitian yang telah berhasil, maka diperlukan penelitian tentang pemodelan jaringan syaraf tiruan tentang rekayasa geoteknik, khususnya mengenai analisa daya dukung tiang dan penurunan pada pondasi tiang bor.

Adapun penelitian tentang rekayasa geoteknik yang membandingkan dengan rumus konvensional antara lain Goh (1995, 1996), Shahin et al. (2000), Das & Basudhar (2006), dan Niken (2012).

Penelitian – penelitian dibidang Rekayasa Geoteknik yang berhasil diterapkan pada metode jaringan syaraf tiruan yang telah diteliti oleh Iyad Alkroosh & Hamid Nikraz (2012), Ersin Arel (2012), Chin Loong Chan & Bak Kong Low (2012), Mohammad Hassan Baziar et al.(2012), Pooya N.F, & Jaksa (2010), Pooya N.F et al. (2009), Samui.P (2008), Ardalan, et al. (2009), Kurup, et al. (2006), Abu-Kiefa (1998) dan Teh, C.I (1997).

Melihat keberhasilan metode jaringan syaraf tiruan yang diaplikasikan pada rekayasa geoteknik, yaitu cenderung sangat heterogen dan saling berhubungan antara variabel yang satu dengan yang lain. Pada perencanaan sebuah pekerjaan yang berhubungan dengan teknik sipil, tidak luput dengan adanya pekerjaan struktur bawah (pondasi) yang cenderung sangat penting dalam penerapan dan teoritis empirik sebagai pendukungnya. Coduto (1994) membuat persyaratan yang harus dipenuhi dalam mendesain suatu pondasi, yaitu sebagai berikut:

1. Stabilitas, meliputi stabilitas daya dukung tanah dan stabilitas kapasitas daya dukung pondasi itu sendiri / daya dukung batas pondasi.
2. Penurunan (Settlement), meminimalkan penurunan yang akan terjadi.

Maka dalam metode jaringan syaraf tiruan dapat diterapkan dalam rekayasa geoteknik, khususnya yang berhubungan dengan pondasi dalam (pondasi tiang) dan sudah diteliti oleh para peneliti terdahulu oleh Alkroosh dan Nikraz (2012), Baziar et al.(2012), Niken (2012), Pooya N.F et al.(2011), Ardalan et al.(2009), Chua dan Goh (2007), Nawari et al. (1999), Abu-Kiefa (1998), Teh et al (1997), Goh (1996), Lee & Lee (1996)

Berdasarkan pada penelitian – penelitian yang sudah dilakukan oleh para ahli dibidang geoteknik yang mempelajari jaringan syaraf tiruan, maka sebagai masukan dan pertimbangan – pertimbangan adalah sebagai berikut :

- Pada ilmu rekayasa geoteknik mempunyai variabel yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain, baik terkait akurasi ataupun tingkat ketelitian yang tidak baik, tidak linier dan mempunyai tingkat kerumitan data.

- Model jaringan syaraf tiruan dapat menyesuaikan diri dan menganalisa atau memprediksi hasil yang diakibatkan ketidaklengkapan data (minimnya data), serta dapat memberikan hasil hubungan variabel yang satu dengan yang lain, maupun dapat memprediksi atau menangkap hasil hubungan yang tidak linier antara variabel yang satu dengan yang lain dalam satu sistem.
- Tidak memerlukan variabel asumsi awal pada suatu sistem jaringan syaraf tiruan.

1.2 Identifikasi Masalah

Ketidaksamaan karakteristik tanah antara yang satu dengan yang lain menjadi salah satu faktor keterbatasan nilai akurasi dalam pemeriksaan (penyelidikan) tanah. Penyelidikan tanah adalah penting dalam tahapan desain konstruksi dalam menentukan nilai karakteristik tanah dan perencanaan pondasi, untuk menentukan dimensi dan kedalaman tiang yang tertanam dalam nilai daya dukung tanah yang ada. Penyelidikan tanah yang biasa dilakukan adalah dengan Uji Penetrasi Statik (*Cone Penetration Test*) dengan kapasitas 2,5 ton, 5,0 ton dan 10,0 ton, sedangkan untuk uji penetrasi dinamik dilakukan dengan pengeboran uji dan dilakukan Uji Standar *Penetration Test* dengan interval kedalaman tertentu (Bowles,1988).

Pada setiap tahapan konstruksi suatu desain selalu menggunakan rumus beban statik dan dinamik untuk perhitungan daya dukung batas pondasi tiang, dan penurunan dengan menggunakan data hasil uji laboratorium maupun uji lapangan. Pemeriksaan tanah dilaboratorium seringkali tidak dapat diperoleh untuk data keseluruhan kedalaman tiang, karena kesulitan mendapatkan sampel tak terganggu, dan penggunaan tanah *in-situ* menjadi alternatif pilihan dengan uji penetrasi statik (CPT) dan penetrasi dinamik (SPT) (Bowles, 1988).

Titi and Farsaks (1999) menyatakan bahwa uji CPT merupakan uji yang terkenal, karena cepat dalam pelaksanaannya, ekonomis, dan dapat memberikan urutan profil tanah yang terus menerus dengan interval kedalaman 20 cm, serta sejumlah informasi lain dapat diperoleh dari uji ini. Adapaun kekurangan uji CPT adalah kemampuan alatnya yang terbatas untuk menembus tanah, khususnya pada tanah yang mempunyai karakteristik lensa pasir yang cukup tebal maupun kerikil, sedangkan pondasi tiang biasanya tertanam lebih dalam dari pada kedalaman yang mampu ditembus oleh alat sondir (Eslami dan Fellenius, 1997).

Standart Penetration Test (SPT) adalah uji yang hampir selalu dilaksanakan pada pemeriksaan tanah dilapangan yang menghasilkan nilai *N blow* pada kedalaman tertentu dan contoh sampel tanah asli / UDS (*Undisturbed Sample*). Pengujian SPT pada pengeboran dapat dilakukan sampai kedalaman yang jauh lebih dalam dari pada CPT atau Sondir. Dalam menganalisa atau perkiraan daya dukung tiang berdasarkan nilai SPT harus dilakukan dengan hati-hati dan perlu dilakukan koreksi terhadap tinggi jatuh, efisiensi *hammer* dan koreksi SPT terhadap kedalaman tertentu akibat semakin besarnya tekanan kekangan (*confining pressure*) (*Prakash dan Sharma,1990 ; Rahardjo,1997 ; LimaSalle,1999*)

Pengujian beban terhadap tiang tetap harus dilakukan untuk memvalidasi atau memverifikasi daya dukung batas tiang terhadap analisa perhitungan secara teoritis dengan menggunakan data tanah (penyelidikan lapangan maupun laboratoirum). Pengujian beban secara dinamik yang lebih dikenal dengan pengujian PDA (*Pile Driving Analyzer*) adalah salah satu metode pengujian yang dapat dipercaya. Denga pengujian PDA mendapatkan output yang sesuai dengan persyaratan yang harus dipenuhi oleh pondasi tiang itu sendiri yaitu daya dukung *ultimate* dan penurunan.

Adapun hasil identifikasi permasalahan yang ada dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Iyad Alkroosh & Hamid Nikraz (2012) membuat studi terkait prediksi hasil kapasitas beban axial pada pondasi tiang pancang di tanah yang kohesif dengan pendekatan intelegensi komputer, dengan variabel yang diberikan adalah data *conus resistance*, dan *properties* tiang. Dalam penelitiannya, peneliti tidak memasukan data validasi dengan pengujian beban statik atau dinamik dan tidak memasukkan koefisien, dan penelitian tersebut hanya dilakukan di lapisan tanah kohesif.
- b. Niken (2012) dalam penelitian disertasinya melakukan analisa daya dukung batas (*ultimate*) dan penurunan tiang tunggal dengan metode jaringan syaraf tiruan. Pada penelitian ini hanya dilakukan pada beban statik dan dilakukan pada lapisan tanah pasir, dan diperlukan konfigurasi jaringan yang dapat memberikan performa yang lebih baik, dikarenakan nilai yang didapat dari nilai *Rank Indek* (RI) hanya berkisar 2,802, masih jauh mendekati nilai 1.

- c. Baziar et al. (2012) melakukan studi mengenai pendekatan perlawanan pondasi tiang dengan menggunakan nilai CPT, dimana hasil penelitiannya cenderung lebih realistis dibanding dengan metode yang lain.
- d. Pooya N.F et al. (2011) melakukan penelitian terkait jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi perilaku pondasi tiang dengan data SPT. Peneliti memprediksi karakteristik pondasi tiang terhadap beban dan penurunan, metode *back propagation single layer* dan *multi hidden layer* yang di latih dengan sigmodal dan *hyperbolic tangent* digunakan dalam penelitian ini. Geometri tiang, material tiang, aplikasi beban, faktor lain seperti metode pelaksanaan pemancangan, tipe pengujian beban, kondisi ujung tiang tertutup atau terbuka.digunakan untuk meprediksi karakteristik tiang terhadap beban dan penurunan yang ada
- e. Ardalan et al. (2009) melakukan penelitian tentang kapasitas tiang dari data CPT dan CPTu dengan metode jaringan syaraf tiruan polynomial dan genetik algoritma. Metode Jaringan syaraf tiruan yang dipakai dengan *feed - forward* dengan algoritma *back propagation*. Dalam memprediksi kapasitas tiang, peneliti membandingkan dari data CPT dan CPTu sondir. Adapun data atau variabel yang dimasukkan adalah nilai *Conus resistance* (qc), *friction*, pengalaman pekerja dalam pemancangan, *up lift*, *cone sleeve friction*.
- f. Chua dan Goh (2007) melakukan penelitian terkait model jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi tahanan selimut tiang (fs). Hasil yang didapatkan cukup baik, terdapat pola arsitektur dengan 1 (satu) *hidden layer* dan 4 *hidden nodes*. *Input data* yang dimasukkan berupa panjang tiang (L), diameter tiang (d), tegangan vertikal efektif rata-rata ($\sigma'v$), dan kuat geser *undrained* rata-rata.
- g. Nawari et al. (1999) telah melakukan penelitian tentang pemodelan jaringan syaraf tiruan jenis *feed-forward* dengan algoritma *back-propagation* untuk memprediksi daya dukung aksial pondasi tiang pancang, dengan menggunakan data hasil uji SPT dan mendapatkan hasil yang baik dengan menggunakan pola arsitektur *1 hidden layer dan 4 hidden nodes*. *Input data* yang dimasukkan berupa nilai *N-SPT*, kedalaman, panjang tiang, luas penampang, keliling tiang, dan jumlah baja tulangan.

- h. Abu-Kiefa (1998) telah melakukan studi dengan GRNN (*General Regresi Neural Network*) atau Regresi jaringan syaraf tiruan pada pondasi tiang pancang di lapisan tanah pasir, dengan menggunakan metode *back-propagation* dengan tiga *layer* dan satu *hidden layer*. Adapun hasil yang didapat untuk memprediksi daya dukung *ultimate* pada pondasi tiang pancang di lapisan tanah pasir. Input data berupa *density*, tipe tiang, panjang tiang, *history stress*, diameter tiang, dan lokasi geografi.
- i. Teh, C.I., (1997), Studi untuk memprediksi kapasitas tiang menggunakan jaringan syaraf tiruan, hasil studi ini menunjukkan hasil yang dapat memprediksi maksimal kapasitas tiang statik yang dihasilkan oleh beban dan kecepatan. Dalam penelitiannya, peneliti menggunakan 21 (dua puluh satu) lokasi yang berbeda, dengan membandingkan pemancangan pada pondasi jenis kayu, baja, pancang tipe kotak (*square*) dan *micro pile*. Pada metode jaringan syaraf tiruan ini tidak dapat memberikan kebenaran kapasitas tiang tersebut itu benar atau tidak, melainkan hasil analisa CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis*) tersebut yang akan memprediksinya. Metode yang digunakan adalah *back-propagation* dengan satu sampai dua hidden layer. Variabel input yang dimasukkan adalah *Soils Parameter*, *Velocity*, *Force*, *Damping Value*, *PDA Test*, *CAPWAP*.
- j. Sengara et al. (1997) memberikan catatan atau komentar terhadap pemodelan yang dihasilkan oleh Goh (1994) dalam variabel output target untuk mencari bobot koneksi jaringan dengan metode elemen hingga, yaitu metode analisis interaksi yang dianggap mewakili sifat fisik system banyak mempunyai asumsi - asumsi yang tidak sesuai dengan perilaku atau kondisi yang ada atau hanya menganggap sifat-sifat fisik yang dapat mewakili, hal ini menyebabkan keraguan terhadap hasil yang didapatkan. Adapun perbaikan variabel output dalam penelitian ini dapat menggunakan hasil uji beban dinamik sehingga akan memperoleh hasil yang lebih realistis.
- k. Lee dan Lee (1996) dan Nawari et al. (1999) membuat suatu model dengan rumus konvensional, dimana terdapat tidak konsistennya antara variabel input yang ada berupa (L, d) dan nilai N-SPT, sehingga diperlukan perbaikan input yang dapat mendukung model berupa memodifikasi ataupun menambahkan variabel pada input yang ada.

- l. *Uji beban Dinamik (PDA Test)* dianggap sebagai pengujian beban yang dapat dipercaya selain *static loading test*, sehingga dapat dipilih sebagai *output target* pembuatan model. Diharapkan mendapatkan model yang *reliable* karena pada saat pencarian bobot koneksi jaringan.
- m. *Model* yang dihasilkan oleh Goh (1994) dalam Shahin et al. (2001), *variable output target (output observed)* yang digunakan untuk mencari bobot koneksi jaringan adalah persamaan Metode Elemen Hingga. Sengara et al. (1997) memberikan komentar terhadap metode dimana analisis interaksi yang dianggap mewakili sifat fisik system. Pada metode tersebut banyak asumsi – asumsi yang kurang sesuai dengan perilaku sebenarnya dari interaksi antara tanah dengan pondasi yang menyebabkan keraguan terhadap solusi yang akan didapatkan. Dalam hal ini diperlukan perbaikan *variable - variable output* penelitian dengan menggunakan hasil uji beban dinamik dan diharapkan mendapatkan hasil yang lebih *realible*.
- n. Syarat utama dalam menganalisis atau mendesain harus memperhitungkan *stability (daya dukung / bearing capacity)* dan *serviceability* (penurunan yang terjadi / *settlement*). Salah satu manfaat dari jaringan syaraf tiruan adalah kompleksitas masalah yang dapat diselesaikan dengan cara mengubah arsitektur model, maka pembuatan model untuk prediksi daya dukung dan penurunan akan dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan melatih setiap satu jaringan yang sama dan pada jaringan yang terpisah, sehingga dapat mengetahui perilaku yang sama atau berbeda.

Ketidakkuratan dan ketidaktelitian *variable data* pada sistem rekayasa geoteknik sangat saling berkaitan satu dengan yang lain dan sangat tergantung dari nilai karakteristik parameter tanah yang ada dan berbeda diantara yang satu dengan yang lain dengan dipengaruhi oleh bermacam macam faktor seperti sumber daya manusia yang terkait, Geologi, hidrologi dan lain-lain. Adapun penurunan yang diijinkan pada pondasi tiang (bore atau driven) oleh PDA Test hanya sebesar 25 mm, sehingga pada umumnya tidak dilakukan analisis penurunan untuk pondasi tiang tunggal.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dan penjelasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Apakah model jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk memprediksi daya dukung batas (*Qult*) pondasi tiang bor, dan penurunannya (*Si*) pada lapisan tanah kohesif, non kohesif dan berlapis.
- b. Apakah terdapat variable input yang mempengaruhi pada daya dukung ultimate dan penurunan pondasi tiang bor tersebut
- c. Bagaimana kemampuan model jaringan syaraf tiruan untuk melakukan prediksi lebih realistis apabila dibandingkan dengan beberapa model atau rumus daya dukung tiang yang sudah ada.

1.4. Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah mendapatkan suatu nilai dalam memprediksi analisa perhitungan daya dukung batas (*Qult*) pondasi *bored pile* dan penurunan tiang tunggal pondasi bore (*Si*) dengan model jaringan syaraf tiruan yang lebih realistis di tanah kohesif, tidak kohesif dan berlapis.

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Membangun model jaringan syaraf tiruan untuk perhitungan daya dukung batas (*Qult*) pondasi tiang bor, dan penurunannya (*Si*) pada tanah kohesif, tidak kohesif dan berlapis.
- b. Menghitung tingkat signifikansi dari variabel input terhadap nilai daya dukung batas pondasi tiang bor (*Qult*), dan penurunannya (*Si*) dengan melakukan analisa sensitivitas
- c. Membandingkan kemampuan model jaringan syaraf tiruan (*artificial neural networks*) melakukan prediksi dengan beberapa model yang sudah ada, seperti hasil perhitungan konvensional maupun divalidasikan dengan *pengujian dynamic* (PDA).

Manfaat hasil penelitian adalah memberikan kontribusi tentang pendekatan lain untuk perhitungan daya dukung ultimate dan penurunan pada pondasi tunggal dengan model jaringan syaraf tiruan di tanah kohesif, tidak kohesif dan berlapis.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pendekatan (prediksi) hasil yang cukup baik (memuaskan) dalam membantu untuk menganalisa atau menghitung nilai daya dukung batas (Q_{ult}) pondasi bor pile (*bored pile*) dan penurunan yang terjadi pada pondasi tiang tunggal (S_i) di lapisan tanah kohesif, *non* kohesif dan berlapis.

1.7. Batasan Masalah Penelitian

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Jenis tanah yang dianalisa adalah tanah kohesif, *non* kohesif maupun berlapis.
- b. Pengambilan data di khususkan di wilayah seluruh Indonesia.
- c. Menganalisa Pondasi dalam berupa tiang tunggal berupa pondasi tiang bor.
- d. Beban pondasi tiang adalah beban aksial tekan.
- e. Penurunan yang dianalisa adalah penurunan elastis.
- f. Data tanah yang digunakan dalam pembuatan model adalah data Input PDA dan hasil uji N-SPT (*standart penetration test*) dan digunakan beberapa korelasi secara empiris untuk data yang tidak diperoleh dari pengujian.
- g. Algoritma pembelajaran yang digunakan untuk melatih jaringan adalah *back propagation*.
- h. Model jaringan syaraf tiruan *multilayer feed-forward* dengan jumlah lapisan tersembunyi (*hidden layers*) antara 1 dan 10.
- i. Jumlah epoch yang di analisa yaitu 1000 dan 10.000

1.8. Sistematika Penulisan

Susunan Penulisan penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab dan tiap bab dibagi menjadi beberapa sub-bab sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang permasalahan yang hendak dibahas, maksud dan tujuan penelitian, batasan permasalahan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

Tinjauan pustaka membahas mengenai pustaka-pustaka yang digunakan dan berkaitan dengan penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode Penelitian berisi tentang hasil pembahasan penelitian atau pengamatan yang memuat hubungan sebab akibat antar variabel, interpretasi hasil serta implikasi teoritis dan praktis hasil penelitian, deskripsi data, metode pengumpulan data, pemodelan, langkah-langkah dan metode analisis penelitian.

BAB 4 KOMPILASI DAN ANALISA DATA

Tinjauan mengenai data yang ditampilkan dari hasil penelitian, pengujian lapangan maupun pengukuran lapangan.

BAB 5 PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Membahas mengenai analisa data yang ditampilkan, pembahasan memuat hubungan sebab akibat antar variabel, interpretasi hasil penelitian.

BAB 6 KESIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan menyatakan secara khusus dan menjawab semua permasalahan yang diteliti atau diamati, kesimpulan merupakan rangkuman hasil-hasil yang berasal dari pembahasan yang terperinci. Saran dan Rekomendasi berisi mengenai saran-saran dan rekomendasi yang didasarkan pada hasil penelitian.