

PEMODELAN RODIT MENGHITUNG GAYA LATERAL PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE *BROM'S* BERBASIS MIT *APP INVENTOR*

Leandro Lionggono, Liong1*, Prangadji Saharuddin, Ardito 1* , Hartanto, D1*

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Kota Semarang
e-mail: arditoshrdn@gmail.com

ABSTRAK

Pondasi adalah salah satu bagian awal dari sebuah struktur yang berperan sangat penting untuk menopang beban di atasnya. Pondasi tiang pancang termasuk ke dalam bagian struktur bawah bangunan yang berguna untuk menahan beban aksial dan juga beban lateral pada perencanaannya. Tiang pancang yang digunakan pada penelitian ini merupakan tipe tiang pancang panjang ujung bebas yang memiliki berbagai bentuk penampang antara lain: tiang pancang segitiga, bujur sangkar dan lingkaran dengan jenis tanah kohesif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang ujung bebas akibat gaya lateral, pemodelan Rodit berbasis MIT *App Inventor* dan juga melakukan perbandingan hasil perhitungan manual dengan Rodit. Hasil penelitian ini dapat mengetahui besarnya gaya lateral ultimit (Q_u), gaya lateral ijin (Q_{ijin}), defleksi (y_0) dan rotasi (θ) yang terjadi pada pondasi tiang-tiang pancang tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Brom's*. Dari hasil perbandingan perhitungan manual dengan model Rodit diperoleh hasil $Q_u = 1.195,012$ kg, $Q_{ijin} = 478$ kg, defleksi tiang (y_0) = 0,475 cm dan rotasi tiang (θ) = 0,00205 rad, untuk tiang pancang bujur sangkar memiliki hasil $Q_u = 3.111,58$ kg, $Q_{ijin} = 1.244,63$ kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,993 cm dan rotasi tiang (θ) = 0,0031 rad dan tiang pancang lingkaran memiliki hasil $Q_u = 6.572,98$ kg, $Q_{ijin} = 2.629,19$ kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,777 cm dan rotasi tiang (θ) = 0,00181 rad. Selisih yang didapat sebesar 0 dengan persentase *error* 0%.

Kata Kunci: Gaya Lateral, Metode *Brom's*, Pondasi Tiang Pancang dan MIT *App Inventor*.

PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian paling awal dari pembangunan sebuah struktur yang memiliki peran yang sangat penting untuk menerima beban bangunan di atasnya antara lain beban mati dan beban hidup dan pada beban tersebut akan diteruskan ke dalam tanah hingga pada kedalaman tertentu. Struktur dibagi menjadi dua bagian yaitu struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah merupakan bagian dari pondasi yang menopang struktur atas dan memiliki interaksi langsung dengan tanah sehingga dapat memberikan keamanan pada struktur bagian atas (Aulia R, et al., 2019).

Saat ini teknologi informasi memiliki perkembangan yang sangat pesat. Dengan pesatnya perkembangan ini dapat mengubah cara pandang masyarakat dalam mengenal teknologi informasi antara lain teknologi informasi ini dapat digunakan sebagai surat kabar, media belajar, menghubungkan seseorang dari jarak jauh dan lain-lain. Tentunya hal ini akan mempermudah kegiatan masyarakat yang menggunakannya (Edriati S, et.al., 2021). *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) merupakan sebuah universitas swasta di Kota Cambridge, America. *App Inventor* adalah aplikasi web dengan sumber terbuka yang awalnya dikembangkan Google dan sekarang dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology*. *App Inventor* menggunakan *interface* secara grafis, maka dari itu pengguna dapat melakukan *drag and drop* untuk dapat mengubah ide ke dalam bentuk objek visual sehingga bisa dioperasikan ke dalam perangkat *smartphone*.



Rumusan Masalah Penelitian

1. Pemodelan Rodit Untuk Menghitung Gaya Lateral Pada Pondasi Tiang Pancang Ujung Bebas Pada Tanah Kohesif Menggunakan Metode *Brom's* Berbasis MIT *App Inventor* sebagai berikut:
2. Menganalisis hasil gaya lateral ultimit, gaya lateral ijin, defleksi dan rotasi pada program aplikasi perhitungan tiang pancang ujung bebas.
3. Membuat program aplikasi perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* berbasis MIT *App Inventor*.
4. Menganalisis perbandingan perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas secara manual dengan perhitungan menggunakan program aplikasi berbasis MIT *App Inventor*.

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil gaya lateral ultimit, gaya lateral ijin, defleksi dan rotasi pada program aplikasi perhitungan tiang pancang ujung bebas pada penampang segitiga, bujur sangkar dan lingkaran.
2. Membuat program aplikasi untuk menghitung gaya lateral pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* berbasis MIT *App Inventor*.
3. Menganalisis perbandingan hasil perhitungan menggunakan program aplikasi dengan perhitungan manual.

Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah penelitian pada Pemodelan Rodit Untuk Menghitung Gaya Lateral Pada Pondasi Tiang Pancang Ujung Bebas Pada Tanah Kohesif Menggunakan Metode *Brom's* Berbasis MIT *App Inventor* sebagai berikut:

1. Program dasar menggunakan MIT *App Inventor*.
2. Penelitian ini hanya dibatasi dalam perhitungan gaya lateral.
3. Perhitungan dilakukan secara manual dan diaplikasikan ke model Rodit berbasis MIT *App Inventor*.
4. Perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's*.
5. Pondasi tiang pancang memiliki bentuk penampang segitiga, bujur sangkar dan lingkaran.
6. Data yang digunakan yaitu data lapangan uji SPT (N-SPT) dan data tiang pancang (mutu beton, dimensi tiang pancang (b), panjang tiang yang muncul dari permukaan tanah dan kedalaman tertanam).
7. Kedalaman tertanam tiang harus lebih besar dari dimensi tiang pancang (b).
8. Studi kasus yang digunakan merupakan rumah tinggal 2 lantai di Jl. Puri Anjasmoro Blok N.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Pemodelan Rodit Untuk Menghitung Gaya Lateral Pada Pondasi Tiang Pancang Ujung Bebas Pada Tanah Kohesif Menggunakan Metode *Brom's* Berbasis MIT *App Inventor* sebagai berikut:

1. Mempermudah dan membantu pengguna dalam melakukan perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* berbasis aplikasi Rodit.
2. Meminimalisir terjadinya *error* pada perhitungan pemodelan Rodit berbasis MIT *App Inventor*.

TINJAUAN PUSTAKA

Gaya Lateral

Menurut (Sujatmiko, A.F., 2011) pondasi tiang pancang memiliki berbagai bentuk jenis penampang antara lain: segitiga, bujur sangkar dan lingkaran. Ketiga jenis pondasi tiang pancang tersebut memiliki bentuk yang berbeda sehingga memiliki perhitungan yang berbeda. Rumus momen inersia untuk berbagai macam penampang yang ada akan dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Momen Inersia Penampang

Penampang Pondasi	Momen Inersia
Segitiga	$\frac{1}{36} \times b \times h^3$ $h = \frac{1}{2} \times a \times \sqrt{3}$
Bujur Sangkar	$\frac{1}{12} \times b \times h^3$
Lingkaran	$\frac{1}{2} \times r \times r^3$

(Sumber: Sujatmiko, A.F., 2011)

Kriteria Tiang Pancang

Tiang pancang memiliki dua kriteria yaitu tiang pancang panjang dan tiang pancang pendek, dalam hal ini pada tanah kohesif jenis tiang pancang tidak dipatok sebuah angka namun dapat diketahui faktor tak berdimensi βL . Tiang dapat dianggap sebagai tiang panjang jika $\beta L > 2,5$. Momen inersia (I_p) dapat dilihat pada Tabel 2.1. Untuk mendapatkan nilai β dan k_h dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

$$k_h = \frac{k_1}{1,5} \quad (1)$$

$$E_p = 4700 \sqrt{f_c'} \quad (2)$$

$$\beta = \left(\frac{k_h \times b}{4 \times E_p \times I_p} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (3)$$

dengan k_h = Modulus *subgrade* lateral (kN/m³), k_1 = Modulus reaksi *subgrade* (kg/cm³), E_p = Modulus elastisitas tiang (kg/cm²), f_c' = Mutu beton (Mpa), β = Faktor tak berdimensi dan b = Dimensi tiang (cm)

Nilai-nilai k_1 yang disarankan oleh *Barounis et al., (2007)* dapat diketahui dari menentukan nilai N-SPT terlebih dahulu lalu dapat menggunakan nilai k_1 yang digunakan. Tabel nilai-nilai k_1 *Barounis et al., (2007)* dapat dilihat pada Tabel 2.

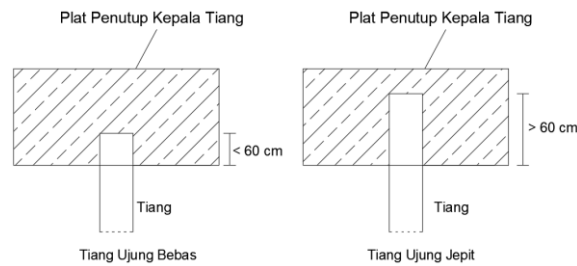
Tabel 2. Nilai k_1 Barounis, et.al.,

Konsistensi	<i>Very soft to soft</i>	<i>Soft to medium stiff</i>	<i>Medium stiff to very stiff</i>
k_1 (MN/m ³)	1,6-19	19-50	50-90
k_1 (kg/cm ³)	0,16-1,9	1,9-5	5-9
N-SPT	0-4	4-8	8-30

(Sumber: Barounis et.al., 2007)

Metode *Brom's* juga membedakan kondisi kepala tiang menjadi 2 yaitu ujung jepit (*fixed end pile*) atau tiang pancang yang ujung atasnya tertanam paling sedikit 60 cm dan ujung bebas (*free end pile*) yang bagian atasnya tidak tertanam atau terjepit namun jika dalam kondisi tertanam maka dapat dikatakan tiang pancang ujung bebas bila tertanam kurang dari 60 cm.

Metode *Brom's* memiliki banyak persamaan dan tiap jenis tiang serta jenis tanah memiliki persamaan sendiri. Perbedaan tersebut memiliki pengaruh dalam hasil perhitungan gaya lateral karena menggunakan persamaan yang berbeda (Alihudien, A dan Proyono, P). Adapun perbedaan pada tiang ujung bebas dan tiang ujung jepit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Definisi Tiang Ujung Bebas dan Jepit
(Sumber: Alihudien, A dan Proyono, P)

Untuk menentukan besarnya gaya lateral ultimit (Q_u) pada tiang pancang maka harus menghitung terlebih dahulu besarnya kekuatan beban tiang dalam menahan momen. Persamaan kuat lentur tiang menurut SNI-2847-2013, tahanan momen didapat dari momen inersia dibagi jarak dari sumbu tengah ke sisi terluar, dan menentukan momen maksimum dapat dilihat di bawah ini.

$$f_b = 0,45 \times f_c' \tag{4}$$

$$W = \frac{I_p}{b/2} \tag{5}$$

$$M_{maks} = f_b \times W \tag{6}$$

dengan f_b = Kuat lentur tiang (kg/cm^2), W = Tahanan momen (cm^3) dan M_{maks} = Momen maksimum tiang ($kg.cm$)

Untuk menentukan nilai c_u dengan menggunakan N-SPT menurut *Terzaghi* dan *Peck* (1967) memberikan hubungan variasi nilai N-SPT dengan nilai kohesi (c_u) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Korelasi N-SPT dengan c_u

Konsistensi	N	c_u (kN/m^2)
Sangat Lunak	0-2	<12
Lunak	2-4	12-25
Sedang	4-8	25-50
Kaku	8-15	50-100
Sangat Kaku	15-30	100-200
Keras	>30	>200

(Sumber: Terzaghi dan Peck, 1967)

Untuk dapat menentukan rata-rata nilai N-SPT pada jenis tanah yang memiliki nilai N-SPT yang beragam sesuai pada SNI 1726-2019 maka dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\sum_{i=1}^n d_i = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + \dots \tag{7}$$

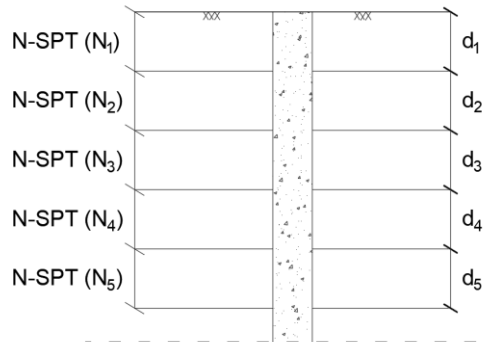
$$\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i} = \frac{d_1}{N_1} + \frac{d_2}{N_2} + \frac{d_3}{N_3} + \frac{d_4}{N_4} + \frac{d_5}{N_5} + \dots \tag{8}$$

Maka setelah hasil dari tebal lapisan tanah (d_i) diketahui dan hasil penjumlahan dari d_i/N_i nilai N-SPT (N_i) hingga kedalaman yang diinginkan diketahui untuk mendapatkan nilai rata-rata N-SPT dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \quad (9)$$

Dengan d_i = Tebal tiap lapisan (m), N_i = Nilai N-SPT dan \bar{N} = Nilai N-SPT rata-rata.

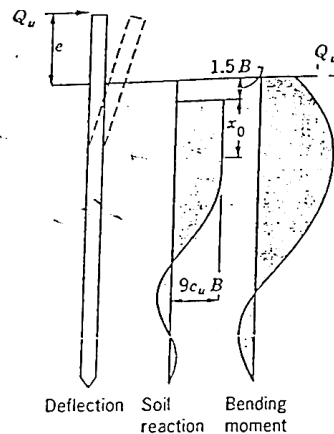
Penjelasan terhadap d_i ($d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 \dots$) dan N_i ($N_1, N_2, N_3, N_4, N_5 \dots$) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penjelasan d_i dan N_i

Tanah Kohesif

Pada tiang pancang panjang dengan kondisi ujung bebas (*free head*) pada jenis tanah kohesif pola keruntuhan yang akan terjadi serta distribusi tahanan ultimit dari tanah dan momen lentur dapat dilihat pada Gambar 3.

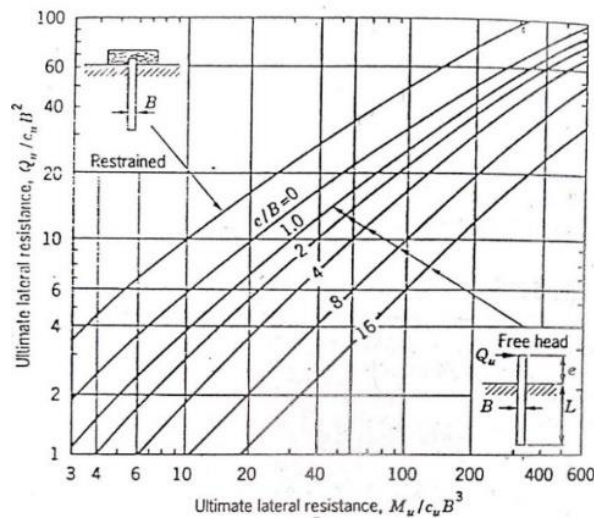


Gambar 3 Reaksi Tanah dan Momen Lentur Tiang Panjang *Free Head* Tanah Kohesif
(Sumber: Prakash S dan Sharma H, 1990)

Untuk tiang panjang *free head* pada tanah kohesif dapat dicari momen maksimal dengan persamaan di bawah.

$$M_{\text{maks}} = Q_u (e + 1,5.b + 0,5.x_0) \quad (10)$$

Untuk mencari nilai Q_u dapat menggunakan grafik pada Gambar 4.



Gambar 4 Kapasitas Lateral Tiang Panjang *Free Head* dan *Fixed Head* Tanah Kohesif (Sumber: Prakash S dan Sharma H, 1990)

Defleksi Dan Rotasi Tiang Pancang

Sebuah perencanaan pondasi tiang pancang tidak diperbolehkan pondasi mengalami kondisi defleksi lateral yang terlalu besar karena jika pada kemiringan tiang mempunyai nilai yang besar maka dapat membahayakan stabilitas gedung tersebut. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode *Brom's*. Persamaan defleksi pada ujung tiang pada permukaan tanah (y_0) dibagi menjadi 2 macam tipe jepitan dari tiang pancang sebagai berikut:

1. Tiang ujung bebas berkelakuan seperti tiang Panjang jika $\beta L > 2,5$ dengan besaran defleksi.

$$y_0 = \frac{4.Q_{ijin} \cdot \beta(e \cdot \beta + 1)}{k_h \cdot b} \tag{11}$$

Rotasi tiang:

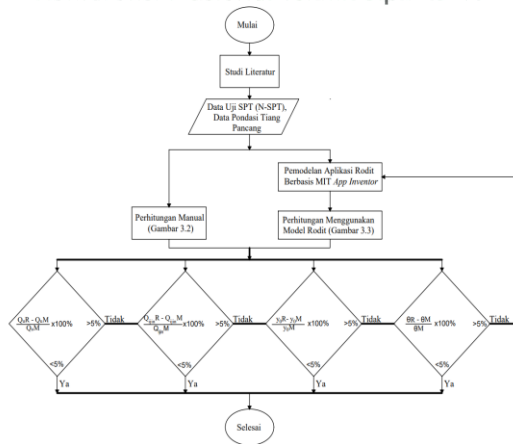
$$\theta = \frac{2.Q_{ijin} \cdot \beta^2(1 + 2 \cdot e \cdot \beta)}{k_h \cdot b} \tag{12}$$

dengan Q_{ijin} = Gaya lateral diijinkan (kg), k_h = Modulus *subgrade* (kg/cm²), β = Koefisien tanah kohesif (cm), b = Lebar tiang (cm), e = Jarak tiang yang muncul dari permukaan tanah (cm), L = Panjang tiang tertanam tanah (cm)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini berisi tentang penjelasan tahapan dalam pembuatan tampilan aplikasi dan *coding* dari rumus perhitungan gaya lateral yang dibuat menggunakan MIT *App Inventor*. Untuk menyelesaikan pembuatan aplikasi serta menghitung manual gaya lateral pada tiang pancang dapat dimulai dari membaca serta memahami buku referensi yang ada. Aplikasi berikut diharapkan dapat membantu dalam melakukan perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang.

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan perhitungan manual dengan program. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Untuk mengetahui kebenaran dari ketelitian dan langkah perhitungan pada program maka hasil perhitungan gaya lateral pondasi tiang pancang ujung bebas melalui program akan dilakukan perbandingan dengan hasil perhitungan secara manual. Perbandingan dinyatakan berhasil apabila persentase *error* <5% maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya sedangkan jika >5% maka akan kembali ke pemodelan aplikasi Rodit.

PERHITUNGAN DAN PEMODELAN

Jenis pondasi yang digunakan merupakan jenis pondasi tiang pancang dengan mutu beton 25 Mpa dan memiliki kedalaman tertanam 6 meter. Penelitian ini tidak hanya menggunakan satu jenis pondasi saja melainkan tiga jenis pondasi dengan bentuk yang berbeda antara lain: tiang pancang segitiga, tiang pancang bujur sangkar dan tiang pancang lingkaran. Dimensi yang digunakannya juga berbeda untuk pondasi tiang pancang segitiga menggunakan dimensi 28 cm x 28 cm x 28 cm, pondasi tiang pancang bujur sangkar menggunakan dimensi 25 cm x 25 cm dan pondasi lingkaran menggunakan dimensi D50 cm

Penyelidikan Tanah

Diketahui data tanah dan data tiang pancang sebagai berikut:

1. Jenis Tanah : Lanau
2. Dimensi Tiang Pancang Segitiga : Δ 28 cm x 28 cm x 28 cm
3. Mutu Beton Tiang Pancang (f_c') : 25 MPa
4. Kedalaman Tertanam (L) : 6 meter
5. Jarak Tiang dari Permukaan Tanah (e) : 20 cm

Perhitungan untuk menentukan nilai rata – rata kohesi (c_u) dengan menggunakan data uji lapangan *borelog* titik 1 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Nilai Kohesi (c_u)

Tebal Lapisan (m)	Jenis Tanah	N-SPT	Konsistensi
0 - 1,5	Urugan	12	Kaku
1,5 - 2,5	Urugan	13	Kaku
2,5 - 3,5	Padas Lanau	2	Sangat Lunak
3,5 - 5	Lanau	2	Sangat Lunak



5 - 6	Lanau	2	Sangat Lunak
Rata – rata N-SPT		3	Lunak

Maka :

$$\sum_{i=1}^n d_i = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5$$

$$\sum_{i=1}^n d_i = 1,5 + 1 + 1 + 1,5 + 1$$

$$\sum_{i=1}^n d_i = 6 \text{ m}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i} = \frac{1,5}{12} + \frac{1}{13} + \frac{1}{2} + \frac{1,5}{2} + \frac{1}{2}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i} = 1,95$$

Nilai N-SPT rata – rata:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} = \frac{6}{1,95} = 3$$

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual

Secara umum rekapitulasi merupakan ringkasan dari sebuah ikhtisar pada akhir laporan atau akhir perhitungan yang dijadikan satu untuk memudahkan pembaca dalam menganalisis hasil. Perhitungan manual gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas hanya diberikan satu contoh saja yaitu bentuk penampang segitiga, untuk bentuk penampang bujur sangkar dan lingkaran akan masuk ke tabel rekap. Adapun hasil rekapitulasi dari perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* dengan tiga bentuk penampang berbeda sebagai berikut tiang pancang segitiga, tiang pancang bujur sangkar dan tiang pancang lingkaran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Notasi	Tiang Pancang Segitiga (28 x 28 x 28)	Tiang Pancang Bujur Sangkar (25 x 25)	Tiang Pancang Lingkaran (D50)
kh (kg/cm ³)	1,27	1,27	1,27
E _p (kg/cm ²)	235.000	235.000	235.000
I _p (cm ⁴)	11.089,7	32.552	195.312
β	0,00764	0.00567	0,00431
βL (cm)	4,6	3,4	2,6
fb (kg/cm ²)	112,5	112,5	112,5
W (cm ³)	792,125	2.604,17	7.812,5
M _{maks} (kg.cm)	89.114,0 14	292.968, 75	878.906, 25

Q_u (kg)	$\frac{1.195,01}{2}$	3.111,58	6.572,98
Q_{ijin} (kg)	478	1.244,63	2.629,19
y_0 (cm)	0,475	0,993	0,777
θ (rad)	0,00205	0,0031	0,00181

Hasil rekap perhitungan dari perhitungan tiang pancang segitiga didapatkan nilai $Q_u = 1.195,05$ kg, $Q_{ijin} = 478$ kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,475 cm dan rotasi tiang (θ)= 0,00205, untuk tiang pancang bujur sangkar memiliki hasil $Q_u = 3.111,58$ kg, $Q_{ijin} = 1.244,63$ kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,993 cm dan rotasi tiang (θ)= 0,0031 dan tiang pancang lingkaran memiliki hasil $Q_u = 6.572,98$ kg, $Q_{ijin} = 2.629,19$ kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,777 cm dan rotasi tiang (θ)= 0,00181.

Perbandingan Hasil Model Rodit Dengan Manual

Pada sub bab ini akan melakukan perbandingan hasil pemodelan Rodit berbasis MIT *App Inventor* dengan perhitungan manual untuk menguji apakah hasil yang keluar dari pemodelan sudah benar dan akurat. Perbandingan hasil pemodelan dengan perhitungan manual meliputi perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* dengan bentuk tiang pancang segitiga, tiang pancang bujur sangkar, dan tiang pancang lingkaran.

Untuk mengetahui model Rodit yang dibuat valid maka diperlukan perbandingan hasil. Pada perbandingan ini memiliki maksimal selisih dari hasil perhitungan model Rodit dengan perhitungan manual adalah <5% . Jika nilai selisih <5% meminimalisir terjadinya *error* pada model Rodit perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's*.

Pondasi Tiang Pancang Segitiga

Penjabaran pada sub bab ini akan direkap terlebih dahulu hasil dari perhitungan manual untuk tiang pancang segitiga, lalu akan ditampilkan hasil perhitungan dari program aplikasi yang sudah dihitung. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan kedua hasil tersebut. Perbandingan hasil perhitungan untuk pondasi tiang pancang segitiga dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan Hasil Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Segitiga

Notasi	Manual	Program	Selisih	Presentase Error (%)
Q_u (kg)	$\frac{1.195,01}{2}$	$\frac{1.195,01}{2}$	0	0
Q_{ijin} (kg)	478	478	0	0
y_0 (cm)	0,475	0,475	0	0
θ (rad)	0,00205	0,00205	0	0

Pondasi Tiang Pancang Bujur Sangkar

Penjabaran pada sub sub bab ini akan direkap terlebih dahulu hasil dari perhitungan manual untuk tiang pancang bujur sangkar, lalu akan ditampilkan hasil perhitungan dari program aplikasi yang sudah dihitung. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan kedua hasil tersebut. Perbandingan hasil perhitungan untuk pondasi tiang pancang bujur sangkar dapat dilihat pada Tabel 7.



Tabel 7 Perbandingan Hasil Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Bujur Sangkar

Notasi	Manual	Program	Selisih	Presentase Error (%)
Q_u (kg)	3.111,58	3.111,58	0	0
Q_{ijin} (kg)	1.244,63	1.244,63	0	0
y_0 (cm)	0,993	0,993	0	0
θ (rad)	0,0031	0,0031	0	0

Pondasi Tiang Pancang Lingkaran

Penjabaran pada sub sub bab ini akan direkap terlebih dahulu hasil dari perhitungan manual untuk tiang pancang bujur sangkar, lalu akan ditampilkan hasil perhitungan dari program aplikasi yang sudah dihitung. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan kedua hasil tersebut. Perbandingan hasil perhitungan untuk pondasi tiang pancang bujur sangkar dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Lingkaran

Notasi	Manual	Program	Selisih	Presentase Error (%)
Q_u (kg)	6.572,98	6.572,98	0	0
Q_{ijin} (kg)	2.629,19	2.629,19	0	0
y_0 (cm)	0,777	0,777	0	0
θ (rad)	0,00181	0,00181	0	0

Hasil perbandingan dari perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancanh ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* menggunakan program Rodit dengan perhitungan secara manual diperoleh presentase *error* sebesar 0%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam pembuatan aplikasi perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Diketahui nilai gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* dengan bentuk penampang segitiga sebesar gaya lateral ultimit (Q_u) = 1.195,012 kg, gaya lateral ijin (Q_{ijin}) = 478 kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,475 cm dan rotasi tiang (θ) = 0,00205 rad, tiang pancang bujur sangkar memiliki hasil gaya lateral ultimit (Q_u) = 3.111,58 kg, gaya lateral ijin (Q_{ijin}) = 1.244,63 kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,993 cm dan rotasi tiang (θ) = 0,0031 rad dan tiang pancang lingkaran memiliki hasil gaya lateral ultimit (Q_u) = 6.572,98 kg, gaya lateral ijin (Q_{ijin}) = 2.629,19 kg, defleksi tiang pancang (y_0) = 0,777 cm dan rotasi tiang (θ) = 0,00181 rad.
2. Aplikasi perhitungan Rodit menghasilkan nilai gaya lateral ultimit (Q_u), gaya lateral ijin (Q_{ijin}), defleksi (y_0) dan rotasi (θ) pada tiang pancang. Pada aplikasi Rodit dapat melakukan *clearing data* yang nantinya dapat memudahkan pengguna jika ingin mengganti data atau menghapus data, *input* data pada aplikasi Rodit menggunakan *layout textbox* supaya dapat membedakan dengan *tools* yang lain karena pada *textbox* pengguna dapat langsung mengisi angka, pada *textbox* juga dibatasi hanya dapat mengisi hanya angka saja dan *keyword* pada *device* pengguna otomatis hanya muncul angka, pada halaman *read me first* dilengkapi refrensi untuk pengguna dan terdapat tombol kembali halaman perhitungan.

3. Setelah mendapatkan hasil perhitungan gaya lateral ultimit (Q_u), gaya lateral ijin (Q_{ijin}), defleksi (y_0) dan rotasi (θ) pada tiang pancang manual dan program didapatkan selisih sebesar 0 dan presentase *error* nya 0%. Jadi untuk aplikasi perhitungan gaya lateral dapat disajikan untuk umum.

Saran

Dalam pembuatan aplikasi perhitungan gaya lateral pada tiang pancang ujung bebas pada tanah kohesif menggunakan metode *Brom's* berbasis MIT *App Inventor* diberikan saran sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian berikutnya dilakukan pemodelan aplikasi perhitungan gaya lateral pada pondasi tiang pancang ujung jepit pada tanah kohesif dan tanah non kohesif menggunakan metode *Brom's*.
2. Diharapkan penelitian berikutnya dilakukan pemodelan aplikasi perhitungan untuk daya dukung aksial, perhitungan *abutment* jembatan, dan perhitungan pada tiang pancang kelompok.
3. File aplikasi Rodit dapat diunduh pada *google drive* melalui *link youtube*

DAFTAR PUSTAKA

- Akon, A., Aprianto dan Faisal, A. (2019): “*Studi Daya Dukung Lateral Pada Pondasi Tiang Grup Dengan Konfigurasi 2 x 2.*” Universitas Tanjungpura.
- Aritonang E.M & Satyaputra A., (2016): “*Lets Build Your Android App With Android Studio.*” PT. Elex Media Komputindo, ISBN : 978-602-02-9759-0.
- Aulia, R., Lukman, H. dan Artiningsih, T.P. (2019): “*Analisis Gaya Lateral Pada Pondasi Tiang Pancang Square (Studi Kasus: Pembangunan Continous Stirred-Tank Reactor (CSTR) PT. Ultra Jaya Milk Industri Bandung.*” Universitas Pakuan.
- Badan Standarisasi Nasional, (2013). “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.*” SNI 2847-2013. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, (2019). “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.*” SNI 1726-2019. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Balamba, S. dan Sarajar, A.N. (2018): “*Analisis Daya Dukung Lateral Pada Tiang Pancang Kelompok Di Dermaga Belang*” Jurnal Sipil Statik, 6(9).
- Barounis, N, et.al., (2007): “*Modulus of Subgrade Reaction For Foundation on Clay From Unconfined Compression Test.*” International Society For Soil Mechanics And Geotechnical Engineering.
- Chang C.J., (2015): “*Learn to Program with Python.*” PDFdrive.
- Edriati, A., Husnita, L., Amri E., Samudra A.A dan Kamil N. (2020): “*Penggunaan MIT App Inventor Untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android.*” Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, ISSN 2528-5041, 12(4).
- Fachlepi R, Tanjung, D & Sarifah, J., (2021): “*Analisa Faktor Keamanan Tiang Pancang Pada Jembatab SEI Bone CS Kabupaten Kampar Provinsi Riau*” Buletin Utama Teknik Vol.16, ISSN: 1410-4520).
- Ihsan, M.A., (2021): “*Analisis Daya Dukung Aksial dan Horizontal Tiang Pancang Dengan Metode Analitis, Dengan Aplikasi Pada Rumah Susun Universitas Negeri Medan.*” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019). “*Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik Dan Fondasi.*”
- Munawaroh, M., Mudianto, A. & Lukman, H. (2017): “*Analisis Daya Dukung Lateral Kelompok Tiang Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan Fly Over Martadinata Bogor.*” Universitas Pakuan.
- Prakash, S dan Sharma H.D., (1990): *Pile Foundation in Engineering Practice, by John Wiley & Sons, Inc. Canada.*
- Salamah, K.S., Kadarina, T.M & Iklima, Z., (2020): “*Pengenalan MIT Inventor Untuk Siswa/I Di Wilayah Kembangan Utara.*” Jurnal Abdi Masyarakat., 5(2).
- Zulhajji, Lamada M.S & Fitri., (2021): “*Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan MIT App Inventor di SMKN 2 Waji.*” Jurnal MediaTIK, P-ISSN 2656-1247 & E-ISSN 2715-5919, 4(1).