

Aplikasi Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Berbasis MITApp Inventor

(Studi Kasus Ruko Jalan Sriwijaya, Wisma Mugasari, dan Gedung Demak)

Arafah Salsabila^{1*}, Patricia Bella Okthadiansari¹, Daniel Hartono², Budi Setiyadi²

*Corresponding email: salsabilarafah66@gmail.com

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Unika Soegijapranata, Semarang

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Unika Soegijapranata, Semarang

Abstrak

Perencanaan pondasi memerlukan perhitungan daya dukung tanah terhadap kondisi tanah di dalam tanah. Perhitungan daya dukung tanah secara manual akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan rumit. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk meningkatkan suatu aplikasi yang dapat membantu proses perhitungan daya dukung tanah pada pondasi dangkal. Ada dua macam pengujian pada aplikasi, seperti pengujian di lapangan (uji penetrasi kerucut dan uji penetrasi Standar) dan uji laboratorium terhadap sampel tanah. Perhitungan didasarkan pada hasil data Cone Penetration Test (CPT) dengan menggunakan metode Schmertmann. Perhitungan berdasarkan hasil data Standard Penetration Test (SPT) menggunakan metode Meyerhof untuk tanah non-koheusif tetapi Terzaghi dan Peck untuk tanah koheusif. Cara lainnya adalah berdasarkan uji laboratorium terhadap hasil data contoh tanah menggunakan metode Terzaghi. Persentase antara hasil pengujian perhitungan manual dengan program yang menggunakan data CPT terbesar adalah 0,04903% sedangkan yang menggunakan data SPT adalah 0,064% dan yang menggunakan data uji laboratorium terbesar adalah 0,556%. Perhitungan daya dukung tanah pada pondasi dangkal menggunakan program yang lebih efektif dan efisien dari segi waktu dibandingkan dengan perhitungan manual.

Kata kunci : Pondasi Dangkal, Daya Dukung, Aplikasi.

Abstract

The foundation planning needs the calculation of soil bearing capacity to the soil conditions in the ground. The calculation of soil bearing capacity manually will need long enough time and is complicated. Therefore, the research is made in order to increase an application which could help the calculation process of soil bearing capacity on shallow foundation. There are two kinds of testing on the application, such as a test in the ground (cone penetration test and Standard penetration test) and the laboratory test of soil sample. The calculation is based on the Cone Penetration Test (CPT) data result using Schmertmann method. The calculation based on Standard Penetration Test (SPT) data results using Meyerhof method for non-cohesive ground but Terzaghi and Peck for cohesive ground. The other method is based on the laboratory test of soil sample data results using the Terzaghi method. The percentage between the manual calculation test result with the program using CPT biggest data is 0,04903% whereas using the SPT data is 0,064% and which is using the biggest laboratory test data is 0,556%. The calculation of soil bearing capacity on shallow foundation using the more effective and efficient program in terms of time compared with the manual calculation.

Keywords: Shallow Foundation, Bearing Capacity, Application.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi atau struktur bawah merupakan salah satu bagian paling penting untuk mendukung keamanan dan kestabilan bangunan. Perencanaan pondasi memerlukan perhitungan analisis daya dukung tanah terhadap kondisi di lapangan dan di laboratorium. Perhitungan daya dukung tanah pondasi dangkal menggunakan manual akan membutuhkan pengetahuan yang cukup rumit terutama bagi orang yang belum berpengalaman. Seiring dengan perkembangan zaman para insinyur atau *engineer* dituntut untuk melakukan pekerjaan yang lebih cepat dan tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana melakukan perhitungan daya dukung tanah pondasi dangkal yang efektif dan efisien?
2. Berapa persentase selisih antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan aplikasi?

1.3 Tujuan Penulisan Tugas Akhir

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Membuat aplikasi perhitungan daya dukung tanah pondasi dangkal yang dapat diakses oleh pengguna *smartphone* android.
2. Mengetahui besar persentase selisih antara perhitungan manual dengan perhitungan aplikasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pembuatan aplikasi yaitu:

1. Menghemat waktu dan meminimalisir kesalahan perhitungan dalam menentukan perencanaan daya dukung tanah pondasi dangkal.

2. Mempermudah seseorang melalui *smartphone* berbasis android untuk dapat mengetahui daya dukung tanah pondasi dangkal.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian untuk membatasi ruang lingkup pembahasan yaitu:

1. Hasil aplikasi program hanya sampai menentukan daya dukung ijin (q_a) tanah pondasi dangkal.
2. Penyimpanan hasil data yang disimpan tidak dapat dibagikan ke pengguna lain.
3. Data hasil perhitungan yang tersimpan tidak dapat disunting atau *edit*.
4. Tabel data penyelidikan tanah hasil CPT yang muncul dalam aplikasi hanya dari kedalaman pondasi sampai lebar pondasi di bawah dasar pondasi, sedangkan untuk SPT dari permukaan tanah sampai kedalaman lebar pondasi di bawah dasar pondasi.
5. Perhitungan berdasarkan data hasil CPT dan SPT pada program tidak dipengaruhi muka air tanah.
6. Perhitungan berdasarkan data hasil uji laboratorium sampel tanah pada program hanya dapat menghitung untuk 1 lapisan tanah.
7. *Output* program antara lain :
 - a. Data hasil CPT menggunakan metode Schmertmann dengan jenis pondasi menerus dan pondasi setempat berbentuk bujur sangkar.
 - b. Data hasil SPT menggunakan metode Meyerhof dengan jenis pondasi menerus atau pondasi setempat, sedangkan jika menggunakan tabel dari Terzaghi dan Peck dengan jenis pondasi memanjang dan pondasi setempat berbentuk bujur sangkar.
 - c. Data hasil uji laboratorium sampel tanah dengan jenis pondasi menerus, pondasi setempat berbentuk empat

persegi panjang, bujur sangkar, dan lingkaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Uraian Umum

Pada zaman modern ini perhitungan daya dukung dapat dilakukan melalui sebuah aplikasi. Contoh beberapa *software* yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi perhitungan ini adalah *Microsoft Visual Basic 6, Android Studio, Eclipse, Adobe Flash*, dan lain-lain. Pada penelitian ini *software* yang akan kami gunakan yaitu MIT APP Inventor yang hasil program nantinya dapat diakses oleh siapa saja melalui *smartphone*.

2.2. Jenis-Jenis Tanah

Beberapa istilah tanah berdasarkan ukuran partikelnya antara lain:

1. Kerikil (*gravels*) merupakan batuan kecil atau kepingan batuan yang memiliki ukuran butiran antara 2 – 75 mm.
2. Pasir (*sand*) merupakan partikel yang berukuran 0,075 – 2 mm.
3. Lanau (*silts*) merupakan partikel tanah yang berukuran sangat kecil antara 0,002 – 0,06 mm.
4. Lempung (*clays*) merupakan partikel tanah yang sangat halus yang mempunyai ukuran < 0,002 mm.

2.3. Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983, standar daya dukung tanah dibagi menjadi:

1. Tanah keras, daya dukung lebih dari 5 kg/cm².
2. Tanah sedang, daya dukung 2 – 5 kg/cm².
3. Tanah lunak, daya dukung 0,5 – 2 kg/cm².

4. Tanah sangat lunak, daya dukung 0 – 0,5 kg/cm².

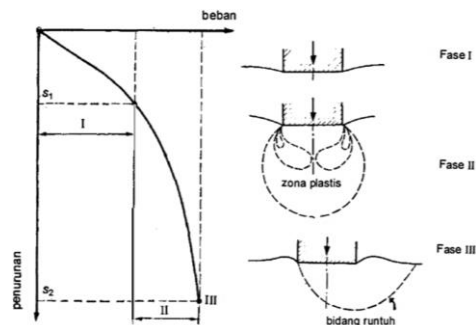
2.3.1 Jenis Pondasi Dangkal

Beberapa jenis pondasi dangkal antara lain:

1. Pondasi Menerus (*Continuous Foundation*)
2. Pondasi Telapak atau Setempat
3. Pondasi Rakit (*Mat Foundation*)
4. Pondasi Gabungan
5. Pondasi Struktur Cangkang (*Shell Foundation*).

2.3.2 Tipe Keruntuhan Pondasi Dangkal

Menurut Hardiyatmo (1996) pembebanan dilakukan secara bertahap dan keruntuhan pondasi dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase I, fase II, dan fase III. Berikut gambar fase-fase keruntuhan tanah.

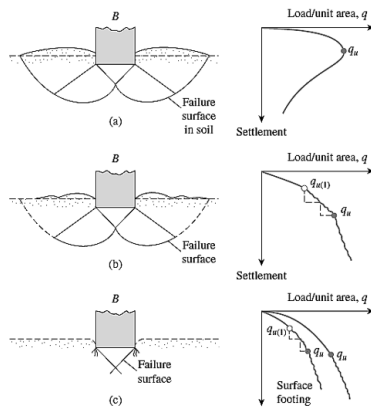


Gambar 1. Fase Keruntuhan Pondasi (Sumber: Teknik Pondasi I, Hardiyatmo 1996).

Mekanisme keruntuhan pondasi dibagi menjadi 3 macam (Vesic, 1963 dalam Hardiyatmo, 1996) yaitu:

1. Keruntuhan Geser Umum (*General Shear Failure*)
2. Keruntuhan Geser Lokal (*Local Shear Failure*)

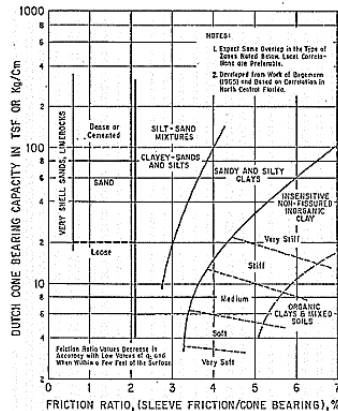
3. Keruntuhan Penetrasi (*Penetration Failure*)



Gambar 2. Macam Mekanisme Keruntuhan Pondasi (Sumber: *Principles of Foundation Engineer 7th Edition*, Braja Das 2011).

2.3.3 Daya Dukung Berdasarkan Hasil *Cone Penetration Test (CPT)*

Penentuan klasifikasi tanah dengan menggunakan grafik hubungan antara q_c dan F_r dengan metode Schmertmann seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Klasifikasi Tanah dari Hubungan Nilai q_c dan F_r (Sumber: Schmertmann 1978).

Menurut Schmertmann (1978), untuk tanah non kohesif seperti tanah pasir dan kerikil daya dukung tanah dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Pondasi lajur atau menerus,
 $q_u = 28 - 0,0052(300 - q_c)^{1,5}$ (kg/cm²)
2. Pondasi telapak bujur sangkar,
 $q_u = 48 - 0,009(300 - q_c)^{1,5}$ (kg/cm²)

Untuk tanah kohesif seperti tanah lempung dan lanau, yaitu sebagai berikut :

1. Pondasi lajur atau menerus,
 $q_u = 2 + 0,28q_c$ (kg/cm²)
2. Pondasi telapak bujur sangkar,
 $q_u = 5 + 0,34q_c$ (kg/cm²)

2.3.4 Daya Dukung Berdasarkan Hasil *Standard Penetration Test (SPT)*

Berikut rumus yang digunakan Meyerhof dalam menghitung daya dukung ijin yang dikaitkan dengan nilai SPT untuk pondasi setempat dan menerus :

1. Dengan lebar $B \leq 1,2$ m,
 $q_a = 1,22 N$ (t/m²)
2. Dengan lebar $B > 1,2$ m,
 $q_a = 0,54 N \left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2$ (t/m²)

Klasifikasi tanah lempung menggunakan tabel dari Terzaghi dan Peck (1948) yaitu:

Tabel 1. Kapasitas Daya Dukung Tanah Lempung

Konsistensi	NsPT	Kapasitas Dukung Ijin (kN/m ²)	
		Bujur Sangkar	Memanjang
Sangat lunak	0 – 2	0 – 30	0 – 22
Lunak	2 – 4	30 – 60	22 – 45

Konsistensi	N _{SPT}	Kapasitas Dukung Ijin (kN/m ²)	
		Bujur Sangkar	Memanjang
Sedang	4 – 8	60 – 120	45 – 90
Kaku	8 – 15	120 – 240	90 – 180
Sangat kaku	15 – 30	240 – 480	180 – 360
Keras	>30	>480	>360

(Sumber : Terzaghi dan Peck, 1948)

2.3.5 Daya Dukung Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium Sampel Tanah

Menurut Terzaghi (1943), perhitungan daya dukung ultimit (q_u) dan daya dukung ultimit netto (q_{un}) untuk pondasi dibagi berdasarkan tipe keruntuhan serta bentuk pondasi. Faktor-faktor N_c , N_q dan N_γ digunakan untuk keruntuhan geser umum, sedangkan N_c' , N_q' dan N_γ' dengan nilai ϕ diganti ϕ' . Persamaan perhitungan faktor daya dukung tanah pondasi antara lain:

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_\gamma = \frac{2(N_q + 1) \tan \phi}{1 + 0,4 \sin (4\phi)}$$

Nilai faktor-faktor daya dukung tanah pondasi juga dapat diketahui melalui tabel berikut.

Tabel 2. Faktor Daya Dukung Tanah Pondasi

ϕ	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

(Sumber : Terzaghi, 1943)

Persamaan perhitungan daya dukung ultimit dan daya dukung ultimit netto antara lain :

1. Tanah mengalami keruntuhan geser umum.
 - a. Pondasi memanjang

$$q_u = c N_c + p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

$$q_{un} = c N_c + p_o (N_q - 1) + 0,5 \gamma B N_\gamma$$
 - b. Pondasi setempat berbentuk empat persegi panjang

$$q_u = c N_c (1 + 0,3(B/L)) + p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2(B/L))$$

$$q_{un} = c N_c (1+0,3(B/L)) + p_o (N_q-1) + 0,5 \gamma B N_\gamma (1-0,2(B/L))$$

c. Pondasi setempat berbentuk bujur sangkar

$$q_u = 1,3 c N_c + p_o N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

$$q_{un} = 1,3 c N_c + p_o (N_q-1) + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

d. Pondasi setempat berbentuk lingkaran

$$q_u = 1,3 c N_c + p_o N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma$$

$$q_{un} = 1,3 c N_c + p_o (N_q-1) + 0,3 \gamma B N_\gamma$$

2. Tanah mengalami keruntuhan geser lokal.

Nilai c diganti c' , dimana $c' = 2/3 c$

a. Pondasi memanjang

$$q_u = c' N_c' + p_o N_q' + 0,5 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{un} = c' N_c' + p_o (N_q'-1) + 0,5 \gamma B N_\gamma'$$

b. Pondasi setempat berbentuk empat persegi panjang

$$q_u = c' N_c' (1+0,3(B/L)) + p_o N_q' + 0,5 \gamma B N_\gamma' (1-0,2(B/L))$$

$$q_{un} = c' N_c' (1+0,3(B/L)) + p_o (N_q'-1) + 0,5 \gamma B N_\gamma' (1-0,2(B/L))$$

c. Pondasi setempat berbentuk bujur sangkar

$$q_u = 1,3 c' N_c' + p_o N_q' + 0,4 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{un} = 1,3 c' N_c' + p_o (N_q'-1) + 0,4 \gamma B N_\gamma'$$

d. Pondasi setempat berbentuk lingkaran

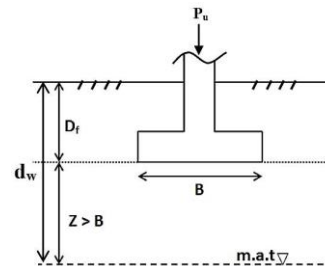
$$q_u = 1,3 c' N_c' + p_o N_q' + 0,3 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{un} = 1,3 c' N_c' + p_o (N_q'-1) + 0,3 \gamma B N_\gamma'$$

Nilai p_o merupakan nilai tekanan *overburden*, dimana $p_o = D_f \gamma$. Jika terdapat muka air tanah, maka akan dibagi menjadi 3 kondisi seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

1. Kondisi 1: $p_o = D_f \gamma_b$.

serta nilai γ pada suku persamaan ketiga menjadi γ_b . Berikut gambar pengaruh muka air tanah kondisi 1.

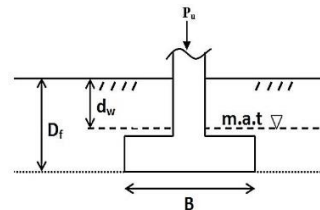


Gambar 4. Pengaruh Muka Air Tanah Kondisi 1 (Sumber : Teknik Pondasi I, Hardiyatmo 1996).

2. Kondisi 2: $p_o = [\gamma' (D_f - d_w) + \gamma_b d_w]$.

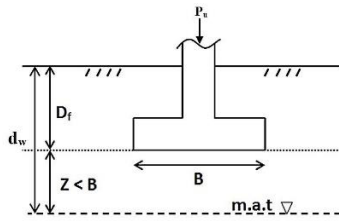
Nilai γ pada suku persamaan ketiga menjadi γ' dimana $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$

Berikut gambar pengaruh muka air tanah kondisi 2.



Gambar 5. Pengaruh Muka Air Tanah Kondisi 1 (Sumber : Teknik Pondasi I, Hardiyatmo 1996).

3. Kondisi 3: $p_o = D_f \gamma$ dan nilai γ pada suku persamaan ketiga menjadi γ_r dimana, $\gamma_r = \gamma' + (z/B) (\gamma_b - \gamma')$. Berikut gambar pengaruh muka air tanah kondisi 3.



Gambar 6. Pengaruh Muka Air Tanah Kondisi 1 (Sumber : Teknik Pondasi I, Hardiyatmo 1996).

2.4 MIT App Inventor

Terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki MIT App Inventor ini antara lain:

1. Bahasa pemrograman berbasis blok visual yang disusun seperti *puzzle*.
2. Pembuatan aplikasi hanya dengan cara mengakses website appinventor.mit.edu.
3. Hasil aplikasi dapat diunduh dan dijalankan pada telepon pintar Android.

Kekurangan aplikasi antara lain:

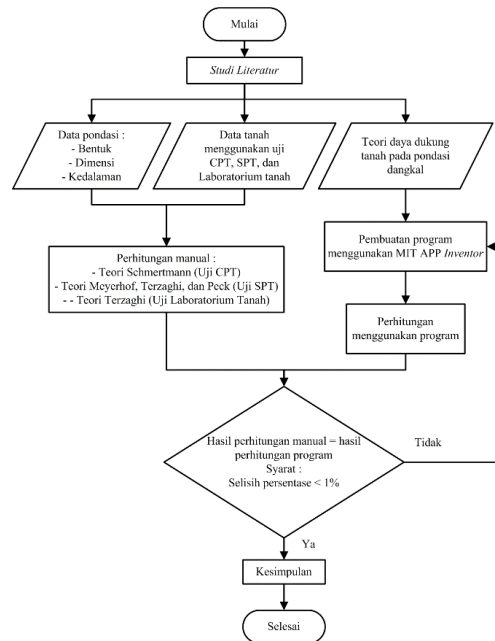
1. *Database* internal sehingga penyimpanan hanya dalam aplikasi saja.

Pemdelan *interface* atau tampilan terlalu kaku sehingga sedikit rumit dalam mendesain tampilan.

3. METODE PEMODELAN

3.1 Bagan Air Studi

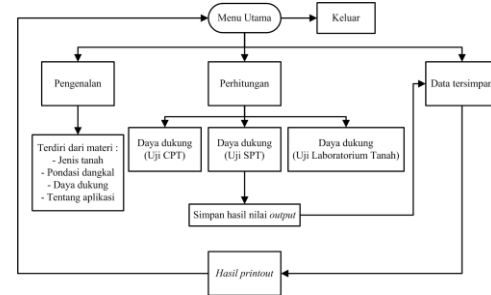
Berikut gambar bagan alir studi penelitian ini.



Gambar 7. Bagan Alir Studi.

3.2 Tahapan Proses Pembuatan Program

Diagram alir tahapan program yaitu:



Gambar 8. Diagram Alir Program Utama.

4. PEMODELAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemodelan dan Perbandingan

Pembuatan program pemodelan daya dukung pondasi dangkal dimulai dari data *input*, proses data dan *output* data. Terdapat 3 studi kasus yang telah dipilih, yaitu proyek Ruko Sriwijaya, Wisma Mugasari, dan Gedung Kantor Demak.

4.1.1 Perhitungan Menggunakan Data Uji CPT

1. Data Proyek

Data proyek yang digunakan antara lain:

Identitas proyek = Ruko Jalan Sriwijaya Semarang

Kode titik uji = 3

Beban bangunan = $85125 \text{ kg} = 85,125 \text{ ton}$

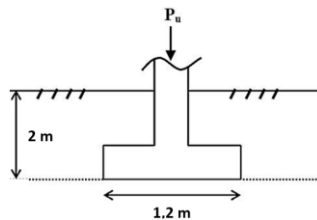
Jenis pondasi = Setempat bujur sangkar

Kedalaman pondasi (D_f) = 2 m

Lebar pondasi (B) = 1,2 m

Nilai keamanan (F_k) = 3

Tampilan posisi pondasi proyek ruko ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9. Tampilan Posisi Pondasi Proyek Ruko Sriwijaya

Tabel 3. Data Hasil CPT Proyek Ruko Sriwijaya

Kedalaman (m)	Tahanan Konus, q_c (kg/cm^2)	Rasio Gesekan, f_r (%)
2,0	40,00	2,75
2,2	35,00	2,86
2,4	35,00	2,86
2,6	35,00	3,14
2,8	70,00	2,86
3,0	90,00	2,22
3,2	150,00	1,67

2. Perhitungan Program

Hasil Perhitungan Data	
Identitas proyek	: Ruko Sriwijaya
Kode titik uji	: 3
Kedalaman pondasi	: 200 cm
Lebar pondasi	: 120 cm
Nilai keamanan	: 3
Nilai qc rata-rata	: 65 kg/cm^2
Klasifikasi tanah	: Kohesif
Nilai Daya Dukung	
1. Pondasi lajur / menerus :	
q_u	= 20.2 kg/cm^2
q_a	= 6.73333 kg/cm^2
2. Pondasi setempat bujur sangkar :	
q_u	= 27.1 kg/cm^2
q_a	= 9.03333 kg/cm^2

Gambar 10. Hasil Output Program Data CPT

3. Perbandingan perhitungan program dengan manual

Tabel 4. Perbandingan Nilai q_a Pada Pondasi Menerus

Notasi	Satuan	Manual	Program	Persentase (%)
q_a	kg/cm^2	6,73	6,7333	0,04903

Tabel 5. Perbandingan Nilai q_a Pada Pondasi Setempat Bujur Sangkar

Notasi	Satuan	Manual	Program	Persentase (%)
q_a	kg/cm^2	9,03	9,0333	0,0365

Dari hasil perbandingan hasil perhitungan tersebut terdapat selisih angka antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan program sebesar 0,04903 %.

4.1.2 Perhitungan Menggunakan Data Uji SPT

1. Data Proyek

Data proyek yang digunakan antara lain:

Identitas proyek = Wisma Mugasari Semarang

Kode titik uji = BH1

Beban bangunan = 160102,7 kg = 160,1027 ton

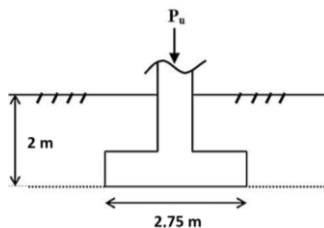
Jenis pondasi = Setempat bujur sangkar

Kedalaman pondasi (D_f) = 2 m

Lebar pondasi (B) = 2,75 m

Nilai keamanan (Fk) = 3

Tampilan posisi pondasi proyek wisma ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 11. Tampilan Posisi Pondasi Proyek Wisma Mugasari

Tabel 6. Data Hasil SPT Proyek Wisma Mugasari

Kedalaman (m)	N_{SPT} (blow)
0	0
2	11
4	15
6	31

2. Perhitungan Program

Hasil Perhitungan Data	
Identitas proyek	: Wisma Mugasari
Kode titik uji	: BH 2
Kedalaman pondasi	: 2 m
Lebar pondasi	: 2.75 m
Interval kedalaman	: 2 m
Jenis tanah	: Pasir
Nilai keamanan	: 3
Nilai N-SPT rata-rata	: 19 blow
Nilai Daya Dukung	
Pada Tanah Pasir	
Untuk pondasi lajur/menerus dan setempat :	
q_a	= 12.62065 t/m ²
Pada Tanah Lempung	
Untuk pondasi lajur/menerus :	
q_a	= - t/m ²
Untuk pondasi setempat bujur sangkar :	
q_a	= - t/m ²

Gambar 12. Hasil Output Program Data SPT

3. Perbandingan perhitungan program dengan manual

Tabel 7. Perbandingan Nilai q_a

Nota si	Satu an	Manu al	Progr am	Persent ase (%)
q_a	t/m ²	12,62 1	12,620 65	0,003

Dari hasil perbandingan perhitungan tersebut terdapat selisih angka antara perhitungan manual dengan perhitungan program sebesar 0,003 %.

4.1.3 Perhitungan Menggunakan Data Uji Laboratorium Sampel Tanah

1. Data Proyek

Data proyek yang digunakan antara lain:

Identitas proyek = Gedung Kantor di Kabupaten Demak

Kode sampel uji = B1-2

Beban bangunan = 64400 kg = 64,4 ton

Jenis pondasi = Setempat bujur sangkar

Kedalaman pondasi (D_f) = 2 m

Lebar pondasi (B) = 2,2 m

Nilai keamanan (Fk) = 3

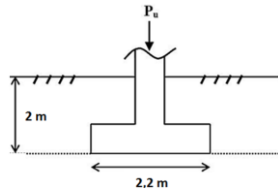
Data Hasil Uji Laboratorium Sampel Tanah

Berat volume tanah basah, $\gamma_b = 1,869 \text{ t/m}^3$

Sudut geser tanah, $\phi = 30^\circ$

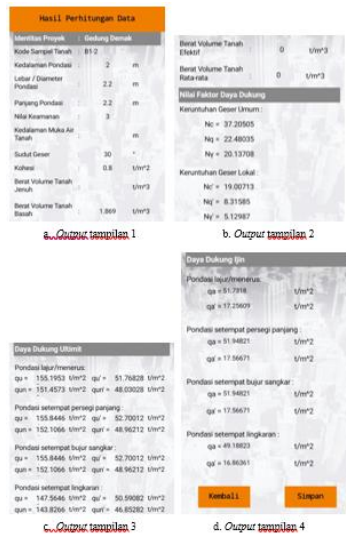
Kohesi, $c = 0,08 \text{ kg/cm}^2 = 0,8 \text{ t/m}^2$

Tampilan posisi pondasi proyek ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 13. Tampilan Posisi Pondasi Proyek Gedung Kantor Demak

2. Perhitungan Program



Gambar 14. Hasil Output Program Data Uji Laboratorium Tanah

3. Perbandingan perhitungan program dengan manual

Tabel 8. Perbandingan Nilai q_a Pada Keruntuhan Geser Umum

Jenis Pondasi	Manu al	Progra m	Persentas e (%)
Memanja ng	51,731	51,732	0,0014

Persegi Panjang	51,948	51,948	0,0005
Bujur Sangkar	51,948	51,948	0,0005
Lingkara n	49,188	49,188	0,0005

Tabel 9. Perbandingan Nilai q_a Pada Keruntuhan Geser Lokal

Jenis Pondasi	Manu al	Progra m	Persentas e (%)
Memanja ng	17,256	17,256	0,0020
Persegi Panjang	17,567	17,567	0,0004
Bujur Sangkar	17,567	17,567	0,0004
Lingkar-an	16,864	16,864	0,0011

Dari hasil perbandingan hasil perhitungan tersebut terdapat selisih angka antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan program sebesar 0,002%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

- Program daya dukung tanah pondasi dangkal berbasis MIT App Inventor ini diketahui pada masing-masing uji kurang dari 1%, maka program dapat digunakan dan dikembangkan lebih lanjut.
- Perhitungan daya dukung tanah pondasi dangkal menggunakan program lebih efektif dan efisien dalam segi waktu

dibandingkan dengan perhitungan secara manual.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan yaitu:

- a. Diharapkan perhitungan program dapat dilanjutkan hingga penulangan pondasi.
- b. Mengembangkan perhitungan program menggunakan metode lain.
- c. Output program dapat ditambah jenis pondasi dangkal lain yaitu pondasi rakit, pondasi gabungan, dan pondasi cangkang (shell foundation).

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph. 1992. Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah 1 Jilid I. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah 2 Jilid II. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 2007. Principles of Foundation Engineering 7th Edition. Canada : Cengage Learning.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1994. Mekanika Tanah II. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. Teknik Pondasi 1. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Haryanto. 2005. Aplikasi Struktur Shell Pada Sydney Opera House. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Herbowo, Setya dan Razaqy A. Y.. 2015. Pemodelan Daya Dukung Pondasi Dangkal Dengan Bahasa Visual Basic 6. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- McCormac, Jack C. 2004. Desain Beton Bertulang Jilid 2. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Muntaha, Ahmad. 2007. Aplikasi Perencanaan Pondasi Dangkal Dengan Program Borland Delphi 6.0. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jember.
- PPIUG 1983. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung. Bandung : Direktorat Penyeldikan Masalah Bangunan.
- SNI 2827:2008. 2008. Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 4153:2008. 2008. Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.