

**PEMODELAN ANALITIS BERBASIS KOMPUTER UNTUK PONDASI
FOOTPLAT GUNA PENINGKATAN KOMPETENSI PEMBELAJARAN
MAHASISWA**

Dedi Budi Setiawan¹⁾, Sugiharto²⁾, Hadi Wibowo³⁾, Supriyo⁴⁾, Sukardi⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Semarang, 50275
Email: dedibudisetiawan@yahoo.co.id¹⁾

Abstract

Making computer-based analytical models for foundations, so students better understand the flow in analyzing and designing constructions especially footprint foundations. Test the program through comparative speed calculations with manual footprint foundation calculations. This research involves students so as to create superior student competencies. The application of knowledge (ie foundation science), skills (ie computer skills) and attitude (ie discipline attitude, hard work) are all honed in this applied research. Often we are also faced with the problem of our students' ability to understand Civil construction materials. Students really need to deepen the flow of problem solving steps foundation. Students can better understand the analytical flow path foot foundation foundation by learning the flowchart and sequence of work than those who do not learn the flowchart (read: only formulas). By writing foot foundation programs with their own computer programs, programmers consciously or unconsciously will understand the workflow or work principles of the programs they make. This is very supportive in enhancing the students' ability to explore and understand the flow of solving (competency) construction problems. The purpose of this research is to make an analytical model of footplat foundation with Excel (computer program), so that students better understand the flow in analyzing and designing constructs, especially footplat foundation. This program can estimate the dimensions of the footplat foundation and calculate the need for both shear and flexural reinforcement for footplat foundations. For soil data, it needs a sondir test to calculate the carrying capacity of the soil. While the load received on the footplate foundation is taken from the SAP output in the Joint Reaction for the values F_z , F_x and F_y .

Keywords: foundation, footplat foundation, shallow foundation.

Abstrak

Pembuatan model analitis berbasis komputer untuk pondasi, sehingga mahasiswa lebih memahami alur dalam menganalisa dan mendesain konstruksi khususnya pondasi footplat. Menguji program tersebut melalui komparasi kecepatan perhitungan dengan perhitungan manual pondasi footplat. Penelitian ini melibatkan mahasiswa sehingga menciptakan kompetensi mahasiswa yang lebih unggul. **Penerapan knowledge** (yaitu ilmu pondasi), **skill** (yaitu ketrampilan komputer) dan **attitude** (yaitu sikap disiplin, kerja keras) kesemuanya diasah dalam **penelitian terapan** ini. **Sering kali kita juga dihadapi pada permasalahan** kemampuan mahasiswa kita didalam memahami materi konstruksi Sipil. **Mahasiswa perlu sekali pendalaman mengenai alur langkah penyelesaian masalah** pondasi. Mahasiswa bisa lebih memahami alur penyelesaian analitis pondasi footplat dengan jalan mempelajari flowchart dan urutan pengerjaan dibanding yang tidak mempelajari flowchart (baca : hanya rumus-rumus). Dengan menuliskan program pondasi footplat dengan program komputer sendiri, pemrogram secara sadar maupun tidak sadar akan memahami alur kerja atau prinsip kerja dari program yang dibuatnya. Ini **sangat mendukung dalam peningkatan kemampuan mahasiswa** dalam mendalami dan memahami alur penyelesaian (kompetensi) masalah konstruksi. **Tujuan** penelitian ini adalah membuat model analitis pondasi footplat dengan Excel (program komputer), sehingga mahasiswa lebih memahami alur dalam menganalisa dan mendesain konstruksi khususnya pondasi footplat. Program ini dapat memperkirakan dimensi pondasi footplat dan menghitung kebutuhan tulangan geser maupun tulangan lentur untuk pondasi footplat. Untuk data tanah diperlukan uji sondir untuk menghitung daya dukung tanah. Sedangkan beban yang diterima pondasi footplat diambil dari output SAP di Joint Reaction untuk nilai F_z , F_x dan F_y .

Kata Kunci : pondasi, pondasi footplat, pondasi dangkal.

PENDAHULUAN

Setiap konstruksi yang dibangun dan didukung oleh tanah, misalnya bangunan gedung, jembatan, bendungan terdiri dari dua bagian. Bagian ini adalah bagian atas (super struktur) dan bagian bawah (sub struktur) yang berhubungan langsung dengan tanah. Bagian bawah tersebut disebut pondasi yang berfungsi untuk meneruskan reaksi terpusat dari kolom ataupun dari beban-beban lateral dari suatu dinding penahan tanah, ke tanah tanpa terjadinya penurunan tak sama pada sistem strukturnya, juga tanpa terjadinya keruntuhan pada tanah. Pemecahan-pemecahan untuk masalah pondasi pada umumnya menggunakan prinsip mekanika tanah dan mekanika teknik. Seorang perencana harus memikirkan bagian-bagian konstruksi yang mempengaruhi pemindahan beban dari bagian atas ke bagian bawah sehingga stabilitas tanah dan deformasi yang diperkirakan masih dapat ditolerir. Dalam hal ini, pondasi merupakan konstruksi awal dalam suatu pekerjaan konstruksi sipil yang perlu direncanakan dan dirancang sedemikian rupa untuk dapat menopang konstruksi yang ada di atasnya dengan aman dan tahan lama. Apabila pondasi yang dirancang tidak aman / tidak benar, maka kemungkinan besar akan ada bagian dari struktur yang akan mengalami penurunan yang lebih besar, yang dapat berdampak pada kerusakan struktur bangunan tersebut.

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu:

Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya langsung, digunakan bila bangunan yang berada di atasnya tidak terlalu besar seperti: Pondasi Pasang Batu Kali Menerus (Pondasi Memanjang) Pondasi ini digunakan oleh sebagian besar rumah satu lantai (terutama rumah-rumah di perumahan) di Indonesia. Pondasi ini dipasang menerus sepanjang dinding bangunan untuk mendukung dinding serta kolom-kolom berdekatan. Pondasi Telapak / Footplat Pondasi telapak berbentuk seperti telapak kaki seperti ini. Pondasi ini setempat, gunanya untuk mendukung kolom baik untuk rumah satu lantai maupun dua lantai. Jadi, pondasi ini diletakkan tepat pada kolom bangunan. Pondasi ini terbuat dari beton bertulang. Dasar pondasi telapak bisa berbentuk persegi panjang atau persegi. Pondasi Rakit Bila di kedalaman dangkal ditemui tanah yang lunak untuk diletakkan pondasi, maka solusinya bisa menggunakan pondasi rakit. Pondasi rakit bisa digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak di tanah

lunak. Selain itu, pondasi ini juga berguna untuk mendukung kolom-kolom yang jaraknya terlalu berdekatan tidak mungkin untuk dipasang telapak satu per satu, solusinya yakni dijadikan satu kekakuan.

Pondasi Dalam adalah pondasi yang membutuhkan pengeboran dalam karena lapisan tanah yang baik ada di kedalaman, biasanya digunakan oleh bangunan besar, jembatan, struktur lepas pantai, dan sebagainya. Pondasi ini digunakan untuk menyalurkan beban bangunan melewati lapisan tanah yang lemah di bagian atas tanah yang tidak memiliki daya dukung dan ketika penggunaan pondasi dalam hanya akan menyebabkan kerusakan struktur dan ketidakstabilan, dan digunakan dengan kedalaman lebih dari 2 meter dan biasa digunakan pada bangunan bertingkat lebih dari dua atau karena lapisan tanah keras terlalu dalam. Pondasi Tiang Pancang, Pondasi Sumuran, Dinding Penahan Tanah.

Dalam penelitian ini ditinjau pondasi dangkal yang umumnya untuk rumah tinggal dua lantai. Pondasi dangkalnya berupa pondasi footplat.

Untuk membuat program analitis yang berhubungan dengan desain teknik sipil yang baik perlu penguasaan bahasa pemrograman juga harus mengetahui detail-detail cara penyelesaian permasalahan yang akan diprogramkan. Perlu ditegaskan bahwa tanpa mengetahui detail-detail maka langkah penyelesaian program maupun alur program (*flow-chart*) tidak dapat dibuat.

Pembuatan analitis dengan Excel memberika pemahaman yang mudah bagi mahasiswa baik dari penguasaan materi maupun pemahaman yang mereka telah pahami di Excel. Program ini diharapkan dapat membantu perkembangan kemajuan di bidang teknik sipil, khususnya pondasi footplat. Pemahaman yang mudah dan banyak literature pendukung menjadikannya favorit untuk dijadikan pilihan.

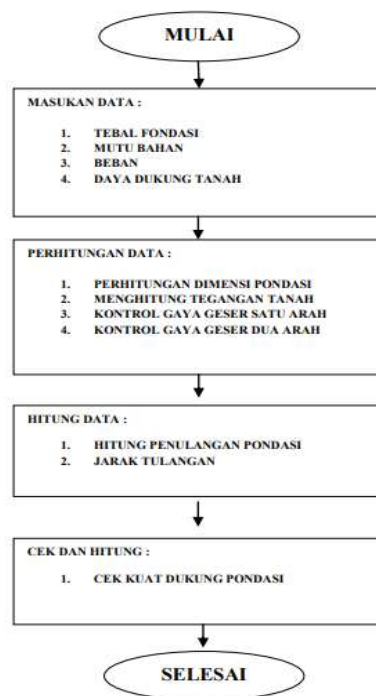
Dari uraian singkat pada bagian pendahuluan tersebut dapat dirumuskan **permasalahan** sebagai berikut. Diperlukan penelitian pembuatan model alat bantu (program) untuk pondasi footplat dengan Excel yang melibatkan mahasiswa agar mahasiswa mempunyai dasar mengenai alur penyelesaian pondasi footplat untuk membantu mahasiswa menyelesaikan KP, dan menjadikan dasar penguasaan materi pondasi lanjutan, mendukung dunia jasa konstruksi dengan adanya program lokal yang bisa dipertanggungjawabkan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini dikhususkan untuk pondasi footplat.

Tujuan penelitian ini adalah Membuat model analisa pondasi footplat dengan *Excel* (program komputer), sehingga mahasiswa lebih memahami alur dalam menganalisa dan mendesain konstruksi khususnya pondasi footplat.

Melatih logika berpikir, khususnya bila dapat menemukan sendiri penyebab kesalahan-kesalahan yang timbul pada saat pemrograman.

METODE PENELITIAN

Pada Gambar 3.1 telah ditunjukkan flowchart yang digunakan untuk menyajikan langkah-langkah pencapaian kompetensi bidang rekayasa melalui pemrograman komputer. Flowchart membantu mengkomunikasikan urutan logika yang rumit / panjang dari suatu program ke orang lain secara mudah. Jadi flowchart adalah mutlak untuk melengkapi cara dokumentasi suatu listing program komputer yang relatif rumit, sehingga dokumentasi tersebut suatu saat nanti apabila diperlukan kembali dapat dengan mudah dipahami.



Gambar 3.1. Flowchart desain pondasi footplat

Tebal pondasi, mutu bahan, beban, dan daya dukung tanah menjadi inputan yang harus dimasukkan kedalam program. Perhitungan dimensi pondasi, menghitung tegangan

tanah, control gaya geser satu arah dan dua arah serta hitung penulangan pondasi merupakan hasil dari pemrograman. Dari gambar 3. *Flowchart* memperlihatkan urutan dan alur analisa pondasi footplat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan rumus-rumus yang diuraikan pada tinjauan pustaka dan langkah perhitungan dengan mengacu pada flowchart dapat disusun penyelesaian seperti pada tampilan dibawah ini. Penyelesaian ini melibatkan mahasiswa KG2A dan KG2C.

Input program berupa Material yaitu kuat tekan beton, Tegangan leleh baja, Berat Jenis tanah, Berat jenis Beton. Untuk dimensi adalah dimensi kolom, diameter tulangan, selimut beton, lebar footplat, panjang footplat dan tebal footplat. Sedangkan beban dari joint raction perhitungan SAP.

PERENCANAAN STRUKTUR PONDASI FOOTPLAT POLABORATION WITH SAP (STRUCTURE ANALYSIS PROGRAME)

A. DATA PERENCANAAN PONDASI

BAHAN STRUKTUR		
Kuat Tekan Beton	$F_c' =$	25 MPa
Tegangan Leleh Baja (Ulir) untuk Tulangan Lentur	$F_y =$	400 MPa
Berat Jenis Tanah	$\gamma_t =$	18 KN/m ³
Berat Jenis Beton	$\gamma_{\text{Beton}} =$	24 KN/m ⁴
Tegangan Leleh Baja (Polos) untuk Tulangan Geser	$F_y =$	240 MPa
DIMENSI		
Dimensi Kolom	$b =$	400 mm
	$h =$	400 mm
Diameter Tulangan Ulir	$D =$	16 mm
Diameter Tulangan Polos	$\phi =$	8 mm
Selimit Beton	$ts =$	40 mm
OUTPUT SAP 2000		
		Bawah
Pu (Dari Reaksi Perletakan)	$P_u =$	523.456 KN

B. PERENCANAAN DI MULAI

- Menentukan Tebal Pondasi
Tebal di Ambil = 300 mm
- Menghitung tegangan netto tanah (σ_{nett})
Data Sondir Didapat :
 $q_c = 16.5 \text{ Kg/cm}^2$
Maka :
 $\sigma_{\text{ult}} = \frac{0.8 \times q_c}{20}$
 $= \frac{0.8 \times 16.5}{20} \text{ Kg/cm}^2$
 $= 0.66 \text{ Kg/cm}^2$
 $= 66 \text{ KN/m}^2$
 $\sigma_{\text{ijin}} = \frac{66}{2} \text{ (Safety Factor)}$
 $= 33 \text{ KN/m}^2$
 $\sigma_{\text{nett}} = \sigma_{\text{ijin}} - \sigma_{\text{Tanah Akibat Pondasi}}$
 $= 33 - 7.2$
 $= 25.8 \text{ KN/m}^2$

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019

3. **Perhitungan Ukuran Pondasi** $h = 2$ m

$$\begin{aligned} F_x &= 29.195 \text{ KN} & M_x &= 58.390 \text{ KNm} & e_x &= 0.1115 \\ F_y &= 27.243 \text{ KN} & M_y &= 54.486 \text{ KNm} & e_y &= 0.1041 \\ \sigma &= P/A (1+6e_x/B+6e_y/B) \leq \sigma_{\text{nett}} \\ &= 523.456/2^2 \times ((6 \times 0.111547102335249/2) + (6 \times 0.104088977870155/2)) \leq 273.3 \\ \sigma &= 215.521 \leq 273.3 \end{aligned}$$

OK

Diambil Ukuran Pondasi

$$\begin{aligned} B &= 2 \text{ m} \\ L &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

4. **Menghitung Tegangan Netto Terfaktor** $h = 2$ m

$$\begin{aligned} F_x &= 29.195 \text{ KN} & M_x &= 58.390 \text{ KNm} & e_x &= 0.1115 \\ F_y &= 27.243 \text{ KN} & M_y &= 54.486 \text{ KNm} & e_y &= 0.1041 \\ \sigma_{\text{nett}} &= P/A(1 \pm 6e_x/B \pm 6e_y/B) \\ \sigma_{\text{Max}} &= 523.456/2^2 \times ((60.111547102335249/2) + (60.104088977870155/2)) \\ &= 215.521 \text{ KN/m}^2 \\ \sigma_{\text{Min}} &= 523.456/2^2 \times ((60.111547102335249/2) - (60.104088977870155/2)) \\ &= 133.792 \text{ KN/m}^2 \\ \sigma_{\text{Rata}} &= 174.657 \text{ KN/m}^2 \\ d &= h - (ts+0,5 \text{ Diameter Tulangan}) \\ &= 352 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cek Terhadap Geser :

Geser 1 Arah

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma_{\text{nett}} \cdot (B/2 - a/2) \cdot (L) \\ &= 174.66 \times (2/2 - 0.4/2) \times 2 \\ &= 279.4504 \text{ KN} \\ \phi V_c &= \phi \times 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot L \cdot d \\ &= 0,75 \times 1/6 \times \sqrt{25} \times 2000 \times 352 \\ &= 440000 \text{ N} \\ &= 440 \text{ KN} \end{aligned}$$

Karena : $V_u = 279.4504 < \phi V_c = 440$ **Tidak Perlu Tulangan Geser**

Geser 2 Arah

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma_{\text{nett}} \cdot (B \cdot L - (a+d) \cdot (b+d)) \\ &= 174.66 \times (2 \times 2 - (0.4 + 0.352) \times (0.4 + 0.352)) \\ &= 599.85705 \text{ KN} \\ b_o &= 2 \cdot (a+d) + 2 \cdot (b+d) \\ &= 2 \times (400+352) + 2 \times (400+352) \\ &= 3008 \text{ mm} \\ \phi V_c &= \phi \times 1/3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_o \cdot d \\ &= 0,75 \times 1/3 \times \sqrt{25} \times 3008 \times 352 \\ &= 1323520 \text{ N} \\ &= 1323.52 \text{ KN} \end{aligned}$$

Karena : $V_u = 599.85705 < \phi V_c = 1323.52$ **Tidak Perlu Tulangan Geser**

5. **Menghitung Penulangan Lentur**

Digunakan Tulangan Ulir (D) $D = 16$ mm
Tegangan Leleh baja (Ulir) $F_y = 400$ MPa

$$\begin{aligned} M_u \cdot A &= 1/2 \cdot \sigma_{\text{netto}} \cdot (B/2 - a/2)^2 \\ &= 0.5 \times 174.66 \times (2/2 - 0.4/2)^2 \\ &= 63.094661 \text{ KNm} \\ R_n &= \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{63.095 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 352^2} = 0.637 \text{ MPa} \\ m &= \frac{F_y}{0,85 \cdot F_c'} = \frac{400}{0,85 \times 25} = 18.824 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{min}} &= 0.0018 \\ \rho_{\text{perlu}} &= 1/m(1 - \sqrt{1 - (2R_n \cdot m)/F_y}) \\ &= \frac{1}{18.824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.637 \times 18.824}{400}} \right) \\ &= 0.0016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta_1 \cdot (0,85 \cdot f_c') / f_y \cdot 600 / \\ &= 0,85 \cdot \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 600}{400 \cdot (600 + 400)} \\ &= 0,0271 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,020$$

Karena,

$$\begin{array}{l} \rho_{\min} > \rho_{\text{Perlu}} < \rho_{\max} \\ 0,0018 > 0,0016 < 0,020 \end{array} \quad \text{Maka Pakai } \rho_{\min}$$

$$\begin{array}{l} \text{As} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ = 0,0018 \cdot 1000 \cdot 352 = 633,6 \text{ mm} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Sada} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 16^2 \cdot 1000}{634} = 317,333 \text{ mm} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Spakai} = 200 \text{ mm} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{As ada} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 16^2 \cdot 1000}{200} = 1005,310 \text{ mm} \quad \text{OK} \end{array}$$

Maka Digunakan Tulangan D 16 - 200

Tulangan Arah Lain Dipasang Sama

Pembahasan

Program ini dapat memperkirakan dimensi pondasi footplat dan menghitung kebutuhan tulangan geser maupun tulangan lentur untuk pondasi foot plat. Untuk data tanah diperlukan uji sondir untuk menghitung daya dukung tanah. Sedangkan beban yang diterima pondasi footplat diambil dari output SAP di Joint Reaction untuk nilai Fz, Fx dan Fy.

SIMPULAN

- Program pondasi footplat digunakan untuk merencanakan pondasi foot plat dari dimensi sampai penulangan geser dan lenturnya.
- Program pondasi footplat ini wujud mahasiswa bisa memahami alur menyelesaikan perhitungan pondasi dangkal.
- Program pondasi footplat membantu mahasiswa untuk mendesain pondasi jauh lebih cepat. Jika digunakan program ini dari input sampai hasil butuh waktu 1 menit. Sedangkan perhitungan manual butuh waktu 60 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Dedi Budi Setiawan (2013). Penelitian Terapan “Pemodelan Analitis Balok “T” Beton Tulangan Gandadengan Visual Basic Guna Peningkatan Kompetensi

- Pembelajaran Mahasiswa dan Peranan Pengembangan Software Konstruksi di Indonesia”.
- Dedi Budi Setiawan (2014a). Penelitian Terapan “Pemodelan Analitis BalokLentur, Geser dan Torsidengan Visual Basic Guna Peningkatan Kompetensi Pembelajaran Mahasiswa dan Peranan Pengembangan Software Konstruksi di Indonesia”.
- Dedi Budi Setiawan (2014b). Penelitian Terapan “Pemodelan Analitis Berbasis Komputer Untuk Kolom Baja Tersusun Guna Peningkatan Kompetensi Pembelajaran Mahasiswa”.
- Gere, J. M. (2004). “Mechanics of Materials 6 Ed.”, Brooks/Cole – Thomson Learning, Belmont, CA
- Gramoll , K., Abbanat, R .(1996). “Interactive Multimedia for Engineering Statics”, ASEE Conf., Mechanics Division, June 96
- Holzer, S.M., Andruet, R.H. (2000). “Experiential Learning in Mechanics with Multimedia”, The International Journal of Engineering Education 16(5)
- James G. MacGregor(1988), Reinforced Concrete: Mechanic and Design”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jensen, D., Self, B., Rhymer, D. , Wood, J., Bowe, M. (2002). “A rocky journey toward effective assessment of visualization modules for learning enhancement in Engineering Mechanics”, Educational Technology & Society 5(3)
- Philpot, T.A. (2000). “MDSolids: Software to Bridge the Gap Between Lectures and Homework in Mechanics of Materials”, The International Journal of Engineering Education 16(5)
- Sandhu, J.S.(2002). “An Active Engagement Pedagogy for Introductory Solid Mechanics”, Thesis of Master of Science at the Massachusetts Institute Of Technology
- SNI 03 – 1729 – 2002,Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung , Badan Standarisasi Nasional
- Vis, W.C. Kusuma, G., (1993), “CUR Grafik dan Tabel Berhitungan Beton Bertulangan”, Erlangga.
- Wiryanto Dewobroto (2006), “Lokakarya Pengajaran Mekanika Teknik, Konstruksi Beton dan Konstruksi Baja”, Bukit Jimbaran – Bali, 26-27 Juli 2006, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana