

RANCANGAN PROGRAM APLIKASI SHOP DRAWING PENULANGAN STRUKTUR KOLOM PENAMPANG SEGI EMPAT DAN PONDASI FOOT PLATE DENGAN VISUAL BASIC 6.0

Widi Hartono¹⁾, Paula Krisma Wardani²⁾, Sunarmasto³⁾

^{1),3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

²⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: paula.cecillia.kw@gmail.com

Abstract

Shop drawing of reinforcement is an important component for construction process of reinforced concrete. Shop Drawing nowadays is done manually by steel workers who most of them do not understand the problems detail in reinforcement, therefore it need long time, ineffective, and inefficient. New innovation or continuous improvement is needed in order to cope with existing problem. Nowadays planning of cutting of reinforcement steel is done manually; therefore the process and the results are ineffective and inefficient. Innovation to cope the aforementioned problem is to design an application which could do shop drawing of reinforcement with computer based. The development of technology nowadays enables someone to do computer based learning. This research tries to apply the development of technology in the learning process for construction workers about shop drawing of reinforcement and also make aiding program bar bending schedule by applying programming language Visual Basic 6.0. They are: identification of the needs of field as input, counting process of reinforcement needed in accordance with the input, and output in the form of template picture of pattern of reinforcements along with measurement, amount for every reinforcement pattern and the need of reinforcement in kilogram unit. The design of aiding program application could optimalize the time of bad bending schedule. The evaluation result of application program shop drawing reinforcement with visual basic 6.0 shows that this technology is very effective to be applied because it ease construction workers to learn about detailing of reinforcement of building structure, and it is also equipped with facility to input and search data, therefore resulting in accurate information, on time and relevant. Validation result of this application program is 100%.

Keywords: *Shop Drawing, Reinforcement Pattern, Column Structure, Foot Plate Foundation, Visual Basic 6.0, Database, Microsoft Access, Crystal Report.*

Abstrak

Shop drawing penulangan merupakan komponen penting dari proses konstruksi beton bertulang. Kegiatan shop drawing penulangan saat ini masih dilakukan secara manual oleh sumber daya manusia yang sebagian besar kurang memahami masalah detail penulangan, sehingga akan memerlukan waktu yang cukup lama, kurang efektif, dan kurang efisien. Perlu adanya inovasi baru atau continuous improvement guna mengatasi setiap permasalahan yang ada. Jika pada umumnya perencanaan pekerjaan pemotongan baja tulangan dilakukan dengan cara manual, baik dari segi proses maupun hasilnya kurang efektif dan efisien, maka sebagai salah satu inovasi untuk mengatasi masalah tersebut dapat direncanakan suatu aplikasi yang dapat melakukan pengerjaan shop drawing penulangan yang berbasis komputer. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan seseorang untuk melakukan pembelajaran berbasis komputer. Penelitian ini mencoba menerapkan perkembangan teknologi tersebut dalam proses pembelajaran bagi pekerja konstruksi mengenai shop drawing penulangan dan juga membuat program bantu bar bending otomatis yang dapat mempermudah pembuatan bar bending schedule dengan menerapkan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0. Rancangan aplikasi program bantu ini memuat beberapa hal yaitu : identifikasi kebutuhan lapangan sebagai input, proses perhitungan kebutuhan penulangan sesuai dengan input, dan output dalam bentuk gambar template pola penulangan beserta dengan ukuran, jumlah untuk tiap pola penulangan dan kebutuhan penulangan dalam satuan kilogram. Rancangan aplikasi program bantu ini diharapkan mampu mengoptimalkan waktu untuk pengerjaan bar bending schedule. Hasil evaluasi program aplikasi shop drawing penulangan dengan menggunakan Visual Basic 6.0 ini memperlihatkan bahwa teknologi ini sangat efektif karena memudahkan para pekerja konstruksi belajar mengenai pendetailan tulangan struktur gedung, dan dilengkapi dengan fasilitas untuk memasukkan dan mencari data, sehingga menghasilkan informasi yang akurat, tepat waktu dan relevan. Hasil validasi dari program aplikasi ini adalah 100%.

Kata kunci: *Shop Drawing, Pola Penulangan, Struktur Kolom, Visual Basic 6.0, Database, Microsoft Access, Crystal Report.*

PENDAHULUAN

Kegiatan *shop drawing* penulangan saat ini masih dilakukan secara manual oleh sumber daya manusia, sehingga akan memerlukan waktu yang cukup lama, kurang efektif, dan kurang efisien. Perlu adanya inovasi baru atau *continuous improvement* guna mengatasi setiap permasalahan yang ada. Inovasi yang terus mengalami perkembangan sebagai alat bantu dalam segala bidang ilmu pengetahuan adalah komputer. Jika pada umumnya perencanaan pekerjaan pemotongan baja tulangan dilakukan dengan cara manual, baik dari segi proses maupun hasilnya kurang efektif dan efisien, maka sebagai salah satu inovasi untuk mengatasi masalah tersebut dapat direncanakan suatu aplikasi yang dapat melakukan pengerjaan *shop drawing* penulangan yang berbasis komputer. *Visual Basic 6.0* adalah suatu bahasa pemrograman yang dapat membantu dalam merancang program bantu (*software*) di samping banyaknya bahasa-bahasa pemrograman. *Visual Basic* memiliki banyak keunggulan di antaranya banyak perintah, fungsi, dan fasilitas yang berhubungan langsung dengan *Windows GUI (Graphicals User Interface)*, yaitu tampilan *Windows* yang berbasis visual (grafik). Karena bahasa pemrograman ini berbasis visual, maka sebagian besar kegia-

tan pemrograman dapat difokuskan pada penyelesaian masalah utama dan bukan pada pembuatan tampilannya. Keunggulan lain menggunakan *Visual Basic 6.0* adalah kemampuannya dalam mengintegrasikan aplikasi-aplikasi lain seperti *Microsoft Access* dan aplikasi lain yang berbasis *Windows* (Recky, 2008).

LANDASAN TEORI

Shop drawing adalah gambar yang dibuat oleh kontraktor sebagai pedoman atau dasar pelaksanaan pekerjaan di lapangan (Asmalawan, 2013). Menurut Dipohusodo (1993), gambar kerja atau lebih dikenal dengan *shop drawing* untuk pemasangan tulangan, berupa gambar denah dilengkapi dengan gambar penampang dan potongan lengkap pada beberapa tempat penting. Dalam gambar termuat segala detail penulangan termasuk *schedule* penulangan untuk balok, balok induk, kolom, dan komponen struktur lainnya. Gambar kerja pemasangan tulangan dilengkapi pula dengan daftar-daftar atau tabel yang memberikan informasi mengenai jumlah dan macam bentuk penulangan, batang tulangan yang serupa tetapi bervariasi dalam ukuran, bentuk, tempat dan detail pemasangannya. Gambar tersebut digunakan sebagai pedoman dan petunjuk pelaksanaan bagi tukang yang mengolah di bengkel dan memasangnya di lapangan. Gambar dengan segala keterangannya harus dibuat dengan sejelas-jelasnya agar dapat dibaca dengan mudah oleh para pekerja, terutama oleh tukang di lapangan. *Visual Basic* adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Bahasa pemrograman *Visual Basic*, yang dikembangkan oleh *Microsoft* sejak tahun 1991, merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. *Visual Basic* merupakan salah satu *Development Tool* yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi *Windows*. *Visual Basic* merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung *object* (*Object Oriented Programming = OOP*).

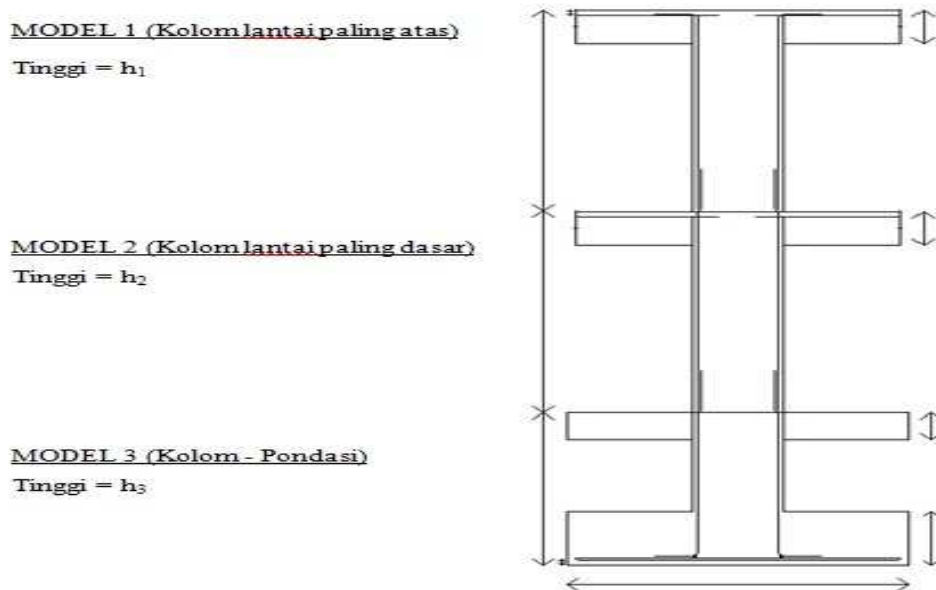
Tahapan Penelitian

Untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang timbul dalam tugas akhir ini, maka dilakukan tahapan-tahapan kerja, meliputi : tahap persiapan, studi literatur, pengumpulan data, analisa kondisi eksisting, identifikasi kebutuhan program dan perancangan program, uji coba sistem dan pengambilan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Struktur Kolom

Dalam hitungan, struktur kolom dibagi ke dalam 3 model.



Gambar 1. Gambar Klasifikasi Model Struktur Kolom

Dalam Gambar 1 menjelaskan tentang pembagian model struktur kolom, yaitu model 1 (merupakan struktur kolom bagian lantai paling atas), model 2 (merupakan struktur kolom bagian lantai paling dasar), dan model 3 (merupakan bagian sambungan kolom dengan pondasi *footplate*).

Hitungan Manual

Data-data :

diameter = D22

$f_c' = 30$ MPa

$f_y = 400$ MPa

a) Hitungan panjang penyaluran dasar tulangan baja dalam kondisi tarik

$$\frac{l_{db}}{d_b} = \frac{3f_y \alpha \beta \lambda}{5\sqrt{f_c'}} \dots\dots\dots [1]$$

keterangan :

L_{db} = panjang penyaluran dasar tulangan baja

d_b = diameter tulangan utama

f_y = mutu baja

f_c' = mutu beton

α = faktor lokasi tulangan

β = faktor pelapis

λ = faktor ukuran batang tulangan

$$\frac{l_{db}}{d_b} = \frac{3f_y \alpha \beta \lambda}{5\sqrt{f_c'}}$$

$$L_{db} = \frac{3 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{5\sqrt{30}} \times 22 = 963,99 \text{ mm}$$

b) Hitungan panjang penyaluran dasar tulangan baja dalam kondisi tekan

$$l_{db} = \frac{d_b \times f_y}{4\sqrt{f_c'}} \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

L_{db} = panjang penyaluran dasar tulangan baja

d_b = diameter tulangan utama

f_y = mutu baja

f_c' = mutu beton

$$l_{db} = \frac{d_b \times f_y}{4\sqrt{f_c'}} = 321,33 \text{ mm}$$

$$l_{db} = 0,04 \times d_b \times f_y = 352 \text{ mm}$$

321,33 mm < 352 mm, diambil nilai $L_{db} = 352$ mm

Dari hitungan panjang penyaluran dasar tulangan baja dalam kondisi tarik dan tekan di atas diambil nilai terbesar = 963,99 mm

c) Hitungan panjang sambungan lewatan

$$l_s = 1,3 \cdot l_d \dots\dots\dots [3]$$

keterangan :

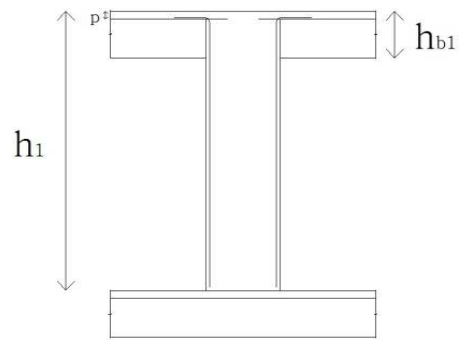
L_s = panjang penyaluran sambungan lewatan

L_d = panjang penyaluran dasar tulangan baja

$$l_s = 1,3 \cdot l_d = 1,3 \times 963,9917 = 1253,18 \text{ mm} = 1,25 \text{ m}$$

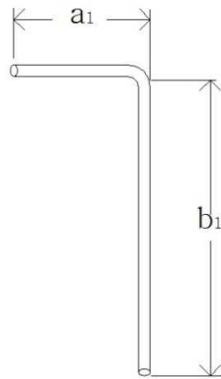
Hitungan Manual Pola Penulangan Model 1

Hitungan manual pola penulangan model 1 ini terdapat 2 macam model penulangan, yaitu pola penulangan 1 dan pola penulangan 2.



Gambar 2. Sketsa Model 1

Pola 1



Gambar 3. Sketsa Pola Penulangan 1 Model 1

Data-data :

$h_1 = 3.5 \text{ m}$

diameter = D19

jumlah kebutuhan tulangan = 16 buah

tebal selimut beton = $p = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$

Hitungan Kebutuhan Tulangan Pola 1

a) Kebutuhan panjang tulangan pola 1

$$b_1 = h_1 - p = 4 - 0,04 = 3,46 \text{ m}$$

$$D25 \text{ maka } r = 6 \text{ } d_b = 6 \cdot 19 = 114 \text{ mm}$$

$$L_{tb} = 12 \text{ } d_b = 12 \cdot 19 = 228 \text{ mm}$$

$$a_1 = r + L_{tb} = 114 + 228 = 342 \text{ mm} = 0,34 \text{ m}$$

$$\text{panjang tulangan} = a_1 + b_1 = 0,34 + 3,46 = 3,80 \text{ m}$$

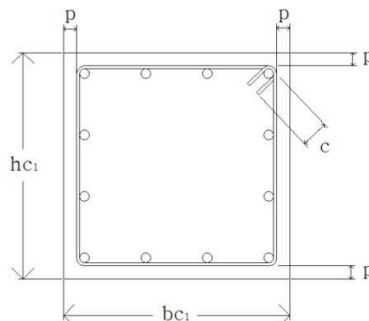
b) Total kebutuhan tulangan pola 1

$$\text{panjang total tulangan} = 16 \times 3,80 = 60,83 \text{ m}$$

c) Total berat kebutuhan tulangan 1

$$\text{berat total tulangan} = \text{panjang total tulangan} \times \text{berat besi} = 60,83 \times 2,223 = 135,23 \text{ kg}$$

Pola 2



Gambar 4. Sketsa Pola Penulangan 2 Model 1

keterangan :

p = tebal selimut beton

c = panjang kait untuk tulangan sengkang dengan sudut kait 135°

hc₁ = tinggi penampang kolom

bc₁ = lebar penampang kolom

Data-data :

h₁ = 3,5 m

dimensi kolom = (400 x 800) mm = (0,4 x 0,8) m

dimensi balok = (300 x 650) mm = (0,3 x 0,65) m

p = 40 mm = 0,04 m

beugel = D10 - 200 (beugel d = 10 mm = 0,01 m berjarak 20 cm = 0,2 m)

Hitungan Kebutuhan Tulangan Pola 2

a) Menentukan panjang c

$$r = 4d_s = 4 * 10 = 40 \text{ mm}$$

6d_s = 6 * 10 = 60 mm; 75 > 60 mm, jadi L_{ts} yang dipakai = 75 mm

$$c = 4d_s + 75 = 40 + 75 = 115 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$$

b) Kebutuhan panjang tulangan pola 2

$$\begin{aligned} \text{panjang tulangan} &= 2(hc_1 - 2p - 2D) + 2(bc_1 - 2p - 2D) + 2c \\ &= 2(0,4 - 2 * 0,04 - 2 * 0,01) + 2(0,8 - 2 * 0,04 - 2 * 0,01) + 2 * 0,12 \\ &= 2,23 \text{ m} \end{aligned}$$

c) Total kebutuhan tulangan pola 2

$$\text{jmlh beugel pada kolom} = \frac{h_1 - \text{tebal balok}}{\text{jarak}} + 1 = \frac{3,5 - 0,65}{0,2} + 1 = 15,25 \sim 16 \text{ buah}$$

panjang total tulangan = jumlah beugel pada kolom * panjang tulangan

$$= 16 * 2,23 = 35,68 \text{ m}$$

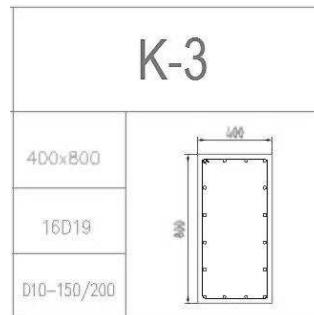
d) Total berat kebutuhan tulangan 2

berat total tulangan D10 = panjang total tulangan * berat tulangan

$$= 35,68 * 0,617 = 22,01 \text{ kg}$$

Hitungan Kebutuhan Tulangan Kolom Studi Kasus lantai Atap Hotel Best Western

Lantai atap dikategorikan dalam model 1 (lantai paling atas), dan pada lantai ini terdapat jenis kolom yang digunakan, yaitu K-3.



Gambar 5. Detail Kolom K-3

Dimensi K-3 yaitu = 400 x 800 mm; 16 D19.

Total kolom jenis K-3 = 33 buah

Sesuai dengan hitungan yang sudah dilakukan, maka :

Total panjang tulangan pola (1) = 60,83 m x 33 = 2007,46 m.

Total panjang tulangan pola (2) = 35,68 m x 33 = 1177,4 m.

Jadi, total panjang tulangan pada lantai atap Hotel best Western

$$= 60,83 \text{ m} + 35,68 \text{ m}$$

$$= 3184,9 \text{ m}$$

Total berat kebutuhan tulangan pola (1) = 135,23 kg x 33 = 4462,57 kg.

Total berat kebutuhan tulangan pola (2) = 22,01 kg x 33 = 726,48 kg.

Jadi, total berat kebutuhan tulangan pada lantai atap Hotel best Western

$$= 4462,57 \text{ kg} + 726,48 \text{ kg}$$

$$= 5189,06 \text{ kg}$$

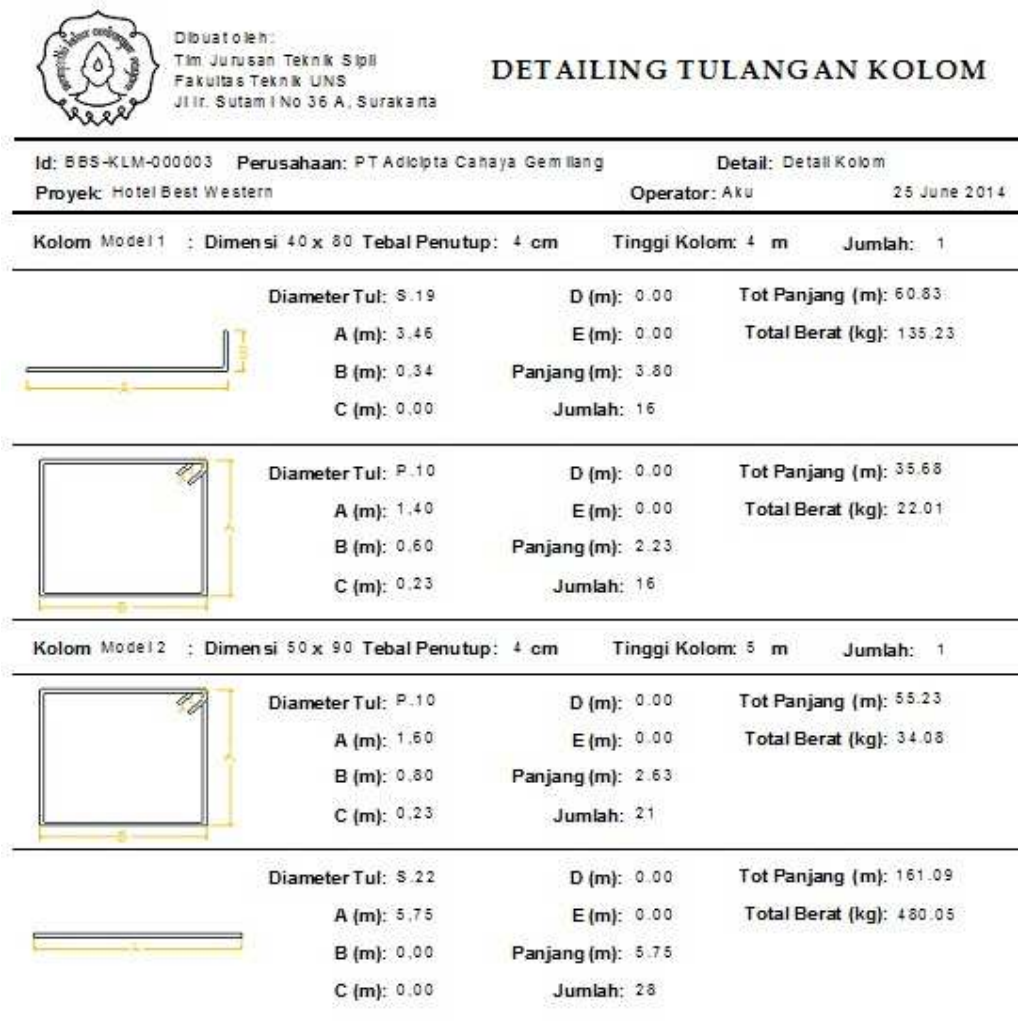
Dari masing-masing model, kemudian dilakukan hitungan manual dengan menghitung kebutuhan penulangan kolom untuk tiap tiap model pembengkakan tulangan dan didapat hasil yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Hitungan Manual

No	Model Tulangan	Panjang Tulangan (m)	Total Panjang Tulangan (m)	Total Berat Kebutuhan Tulangan (kg)
1	Tulangan model 1 pola 1	3,80	60,83	135,23
2	Tulangan model 1 pola 2	2,23	35,68	22,01
3	Tulangan model 2 pola 1	5,75	161,09	480,05
4	Tulangan model 2 pola 2	2,63	55,23	34,08
5	Tulangan model 3 pola 1	4,57	136,96	408,13
6	Tulangan model 3 pola 2	2,83	19,81	12,22
7	Tulangan model 3 pola 3	2,25	42,71	127,28
8	Tulangan model 3 pola 4	4,10	77,94	232,26
9	Tulangan model 3 pola 5	2,05	34,82	103,75
10	Tulangan model 3 pola 6	3,97	67,46	201,02
11	Tulangan lantai atap		3184,9	5189,06

Hasil Hitungan Program

Hasil perhitungan program disajikan dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Hasil Output Hitungan Tulangan Kolom
Dalam Gambar 6. menampilkan hasil hitungan tulangan kolom.



Id: 005-FPL-000001		Perusahaan: PT Adicita Cahaya Gemilang		Detail: Pondasi Foot Plate	
Proyek: Hotel East Western		Operator: Aku		25 June 2014	
F Plat: Model 2		Dimensi (cm): 100 x 100		H Pedestal (m): 3,00	
		Dimensi (cm): 50 x 100		Jumlah: 1	
	Diameter Tul: P.22	D (m): 0,00	Tot Panjang (m): 11,24		
	A (m): 1,70	E (m): 0,00	Total Berat (kg): 232,26		
	B (m): 1,35	Panjang (m): 4,10			
	C (m): 0,52	Jumlah: 15			
	Diameter Tul: P.22	D (m): 0,00	Tot Panjang (m): 67,46		
	A (m): 1,52	E (m): 0,00	Total Berat (kg): 201,02		
	B (m): 1,92	Panjang (m): 3,97			
	C (m): 0,52	Jumlah: 17			
	Diameter Tul: P.22	D (m): 0,00	Tot Panjang (m): 42,71		
	A (m): 1,72	E (m): 0,00	Total Berat (kg): 127,28		
	B (m): 0,52	Panjang (m): 2,25			
	C (m): 0,00	Jumlah: 15			
	Diameter Tul: P.22	D (m): 0,00	Tot Panjang (m): 34,82		
	A (m): 1,52	E (m): 0,00	Total Berat (kg): 103,75		
	B (m): 0,52	Panjang (m): 2,05			
	C (m): 0,00	Jumlah: 17			
	Diameter Tul: S.22	D (m): 0,00	Tot Panjang (m): 136,96		
	A (m): 4,17	E (m): 0,00	Total Berat (kg): 408,13		
	B (m): 0,40	Panjang (m): 4,57			
	C (m): 0,00	Jumlah: 20			
	Diameter Tul: P.10	D (m): 0,00	Tot Panjang (m): 12,22		
	A (m): 1,50	E (m): 0,00	Total Berat (kg): 12,22		
	B (m): 0,50	Panjang (m): 2,52			
	C (m): 0,22	Jumlah: 7			

Gambar 7. Hasil Output Hitungan Pondasi *Foot Plate*

Dalam Gambar 7 menjelaskan hasil hitungan tulangan pondasi *footplate*.

Tabel 2. Hasil Hitungan Program

No	Model Tulangan	Panjang Tulangan (m)	Total Panjang Tulangan (m)	Total Berat Kebutuhan Tulangan (kg)
1	Tulangan model 1 pola 1	3,80	60,83	135,23
2	Tulangan model 1 pola 2	2,23	35,68	22,01
3	Tulangan model 2 pola 1	5,75	161,09	480,05
4	Tulangan model 2 pola 2	2,63	55,23	34,08
5	Tulangan model 3 pola 1	4,57	136,96	408,13
6	Tulangan model 3 pola 2	2,83	19,81	12,22
7	Tulangan model 3 pola 3	2,25	42,71	127,28
8	Tulangan model 3 pola 4	4,10	77,94	232,26
9	Tulangan model 3 pola 5	2,05	34,82	103,75
10	Tulangan model 3 pola 6	3,97	67,46	201,02
11	Tulangan lantai atap			5189,06

Hasil Uji Validasi Hitungan Manual dengan Hitungan Program

Setelah melakukan hitungan manual dan hitungan program, maka didapatkan selisih antara nilai kedua hasil hitungan tersebut dan dapat dicari tingkat kebenaran dari program tersebut. Hasil hitungan uji validasi hitungan manual dengan hitungan program disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Validasi Hitungan Manual dengan Hitungan Program

Model & Pola Penulangan	Parameter Hitungan	Hasil Hitungan Manual	Hasil Hitungan Program	Selisih	Tingkat Kebenaran (%)
Model 1 Pola 1	Panjang tulangan	3,80 m	3,80 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	60,83 m	60,83 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	135,23 kg	135,23 kg	0,00	100,00
Model 1 Pola 2	Panjang tulangan	2,23 m	2,23 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	35,68 m	35,68 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	22,01 kg	22,01 kg	0,00	100,00
Model 2 Pola 1	Panjang tulangan	5,75 m	5,75 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	161,09 m	161,09 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	480,05 kg	480,05 kg	0,00	100,00
Model 2 Pola 2	Panjang tulangan	2,63 m	2,63 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	55,23 m	55,23 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	34,08 kg	34,08 kg	0,00	100,00
Model 3 Pola 1	Panjang tulangan	4,57 m	4,57 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	136,96 m	136,96 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	408,13 kg	408,13 kg	0,00	100,00
Model 3 Pola 2	Panjang tulangan	2,83 m	2,83 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	19,81 m	19,81 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	12,22 kg	12,22 kg	0,00	100,00
Model 3 Pola 3	Panjang tulangan	2,25 m	2,25 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	42,71 m	42,71 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	127,28 kg	127,28 kg	0,00	100,00
Model 3 Pola 4	Panjang tulangan	4,10 m	4,10 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	77,94 m	77,94 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	232,26 kg	232,26 kg	0,00	100,00
Model 3 Pola 5	Panjang tulangan	2,05 m	2,05 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	34,82 m	34,82 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	103,75 kg	103,75 kg	0,00	100,00
Model 3 Pola 6	Panjang tulangan	3,97 m	3,97 m	0,00	100,00
	Total panjang tulangan	67,46 m	67,46 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	201,02 kg	201,02 kg	0,00	100,00
Lantai Atap	Panjang tulangan	3184,9 m	3184,9 m	0,00	100,00
	Total berat tulangan	5189,06 kg	5189,06 kg	0,00	100,00

Dalam Tabel 3. menunjukkan perbandingan antara hitungan manual dengan hitungan program, kemudian terdapat selisih yang sama yaitu 0,00 sehingga tingkat kebenarannya sebesar 100,00%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penjelasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu : didapatkan sebuah rancangan program aplikasi shop drawing penulangan yang memudahkan para pekerja konstruksi belajar mengenai pendetailan tulangan struktur kolom pada gedung dan dilengkapi dengan fasilitas untuk memasukkan dan mencari data, sehingga menghasilkan informasi yang akurat, tepat waktu dan relevan. Dari uji validasi yang dilakukan tingkat kebenaran dari program aplikasi *shop drawing* ini yaitu sebesar 100%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Widi Hartono, ST, MT dan Ir. Sunarmasto, MT, yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Afifah, Nailil. 2007. *Rancangan Sistem Informasi Shop Drawing Pembesian pada Struktur Gedung sebagai Web Based Training*. Jurnal : Teknik Sipil FTSP. Institut Teknologi 10 Nopember (ITS) Surabaya
- American Concrete Institut. 2002. *Building Code Requirements for Reinforce Concrete and Commentary* (ACI 318-2002)

- American Concrete Institut. 2002. *Structural Detailing* (ACI 315-2002)
British Standart 8666-2005
Cowan H. J. 1998. *Dictionary of Architecture and Building Technology*. E & FN Spon : New York.
Departemen PU. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Jakarta
Departemen PU. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*
Dipohusoso I. 1996. *Manajemen proyek dan Konstruksi jilid 2*. Yogyakarta : Kanisius
Dipohusoso I. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia
Ferryadi, Laorent. 2008. *Rancangan Aplikasi Optimasi Pembesian Beton Bertulang Pada Proyek Konstruksi*. Jurnal : Teknik Sipil FTSP. Institut Teknologi 10 Nopember (ITS) Surabaya
Kusuma G., W.C. Vis. 1994. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga
Kusuma G., W.C. Vis. 1994. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Jakarta : Erlangga
Nawi E. G. 1998. *Beton Bertulang*. Bandung : PT. Refika Aditama
Tavio, S.T., M.T., Ph.D, Ir. Iman Wimbadi, dan M.S, Chinta Advent Sisca. *Studi Kolom Biaksial Berpenampang Lingkaran Tanpa Pengekangan Menggunakan Pemrograman Visual Basic 6.0*. Jurnal : Teknik Sipil FTSP. Institut Teknologi 10 Nopember (ITS) Surabaya