



## SIMULASI PERHITUNGAN KEKUATAN NOMINAL PENAMPANG BALOK DAN KOLOM BETON BERTULANG BERBASIS *GRAPHICAL USER INTERFACE*

**Hendry Tanoto Kalangi<sup>1\*</sup>, Jonie Tanijaya<sup>2</sup>, dan Vidya Maitri Malik<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Makassar  
<sup>\*</sup>Corresponding Author, e-mail: [hkalangi73@gmail.com](mailto:hkalangi73@gmail.com)

### ABSTRAK

*Perhitungan kekuatan nominal penampang balok dan kolom beton bertulang secara manual membutuhkan prosedur perhitungan yang panjang dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu program berbasis antarmuka pengguna grafis, yang dimaksudkan untuk mempermudah perhitungan kekuatan nominal penampang balok dan kolom beton bertulang dan menghemat waktu dalam proses perhitungannya. Antarmuka pengguna grafis dipilih karena telah tersedia untuk berbagai sistem operasi dan memiliki tampilan grafis yang cukup sederhana dan mudah digunakan. Dalam penelitian ini, program yang dibuat meliputi perhitungan kuat lentur dan geser dari balok persegi, balok T, kolom pendek. Setelah dibandingkan dengan perhitungan manual, program menghasilkan output yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga program yang dibuat ini dapat dikatakan cukup valid dan bisa digunakan. Dari perhitungan program yang telah dibuat, persentase luas tulangan sangat mempengaruhi kuat nominal penampang dan didapatkan hasil, semakin besar rasio tulangan yang digunakan maka kuat penampang balok dan interaksi P-M kolom meningkat.*

**Kata Kunci :** *Kuat nominal, antarmuka pengguna grafis, beton bertulang*

### PENDAHULUAN

Suatu bangunan secara umum tersusun dari komponen pelat, balok, kolom dan pondasi. Balok dan kolom adalah salah satu komponen utama pada suatu struktur bangunan. Perencanaan balok dan kolom merupakan suatu hal yang penting, karena balok dan kolom merupakan komponen utama yang memikul beban-beban yang bekerja pada sebuah struktur gedung. Dalam penelitian ini akan dibuat suatu aplikasi untuk menganalisis kekuatan penampang kolom dan balok beton bertulang yang diharapkan dapat membantu dalam merencanakan suatu struktur. Untuk mendapatkan kapasitas balok dan kolom yang baik, ada berbagai macam formula yang dapat digunakan. Dengan menghitung secara manual proses perhitungan dapat menjadi panjang dan lama, peluang terjadinya salah perhitungan karena ketidakteelitian juga besar jika dikerjakan secara manual.

Dengan perkembangan teknologi yang sudah ada perhitungan secara manual sudah mulai kurang dilakukan dan beralih ke penggunaan aplikasi computer, dimana kuat penampang balok dan kolom beton bertulang akan didesain dengan menggunakan *Graphical User Interface*. Dalam penelitian ini juga akan diketahui hubungan antara persentase luas tulangan terhadap kekuatan nominal balok dan kolom beton bertulang.

## TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan jurnal penelitian yang berjudul “Analisis Kolom Berbasis *Visual Basic Application* dalam Menentukan Rasio Tulangan” (Soelarso et al, 2015). Penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil rasio tulangan dari perhitungan manual berbasis *Visual Basic Application* dengan software *PCA Column*.

Berdasarkan jurnal penelitian yang berjudul “Pembuatan Program Aplikasi Rekayasa Konstruksi (Diagram Interaksi Kolom) dengan *Visual Basic 6.0*” (Andrew Julius Susilo Sihite, 2008). Penelitian ini mencoba mengembangkan suatu program dengan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Basic 6*, program aplikasi dapat digunakan secara praktis untuk membuat diagram interaksi  $P-M$  pada kolom beton bertulang yang berpenampang lingkaran dan persegi.

Berdasarkan jurnal penelitian yang berjudul “Perancangan Aplikasi Balok Beton Bertulangan Rangkap Berbasis Android” (Girisha, A.T. dan Setiawan, A.S., 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu aplikasi berbasis android, yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mendesain penampang balok beton bertulangan rangkap.

### Balok Beton Bertulang

Balok adalah salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horisontal. Beban yang bekerja pada balok biasanya berupa beban lentur, beban geser maupun torsi (momen puntir), sehingga perlu baja tulangan untuk menahan beban-beban tersebut. Gaya geser adalah gaya yang bekerja tegak lurus dengan bidang struktur. Meskipun elemen beton dapat menahan gaya geser yang bekerja pada balok, tetapi jika gaya geser tersebut cukup besar (terutama pada daerah ujung balok), maka elemen beton tidak mampu lagi menahannya sehingga diperlukan tulangan geser. (Asroni, 2017).

### Kolom Beton Bertulang

Kolom adalah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan / tanpa momen lentur. Beban yang bekerja pada kolom biasanya berupa kombinasi antara beban aksial dan momen lentur (Asroni, 2017).

Pengaruh beban pada penampang kolom:

- Penampang kolom dengan beban sentris
- Penampang kolom pada kondisi beton tekan menentukan
- Penampang kolom dengan kondisi seimbang
- Penampang kolom dengan kondisi tulangan tarik menentukan
- Penampang kolom pada kondisi beban aksial  $P_n = 0$

Hubungan antara beban aksial dan momen lentur digambarkan dalam suatu diagram yang disebut Diagram Interaksi Kolom. Diagram interaksi kolom dibuat dengan pertolongan 2 buah sumbu (yaitu sumbu vertikal dan sumbu horisontal) yang saling berpotongan tegak lurus. Sumbu vertikal menggambarkan besar beban aksial ( $P$ ) atau gaya normal ( $N$ ), sedangkan sumbu horisontal menggambarkan besar momen lentur ( $M$ ) yang dapat ditahan oleh kolom.

### ***MATLAB Graphical User Interface Design Environment***

*MATLAB* adalah singkatan dari "Matrix Laboratory", hal ini disebabkan karena *MATLAB* adalah sebuah program untuk menganalisis dan mengkomputasi data numerik. *Graphical User Interface Design Environment (GUIDE)* mengacu kepada program yang memungkinkan pembuatan ikon, tombol dan sebagainya yang disajikan secara visual kepada pengguna sebagai aplikasi perangkat lunak. *MATLAB* dilengkapi dengan seperangkat komponen yang dikendalikan oleh tindakan pengguna yang dapat dengan mudah dipasang dan digunakan untuk membuat *GUI*. Pemrograman berbasis grafis (*Graphical User Interface / GUI*) adalah tampilan grafis dengan komponen-komponen yang memudahkan pengguna berinteraksi dengan komputer atau sistem operasi.

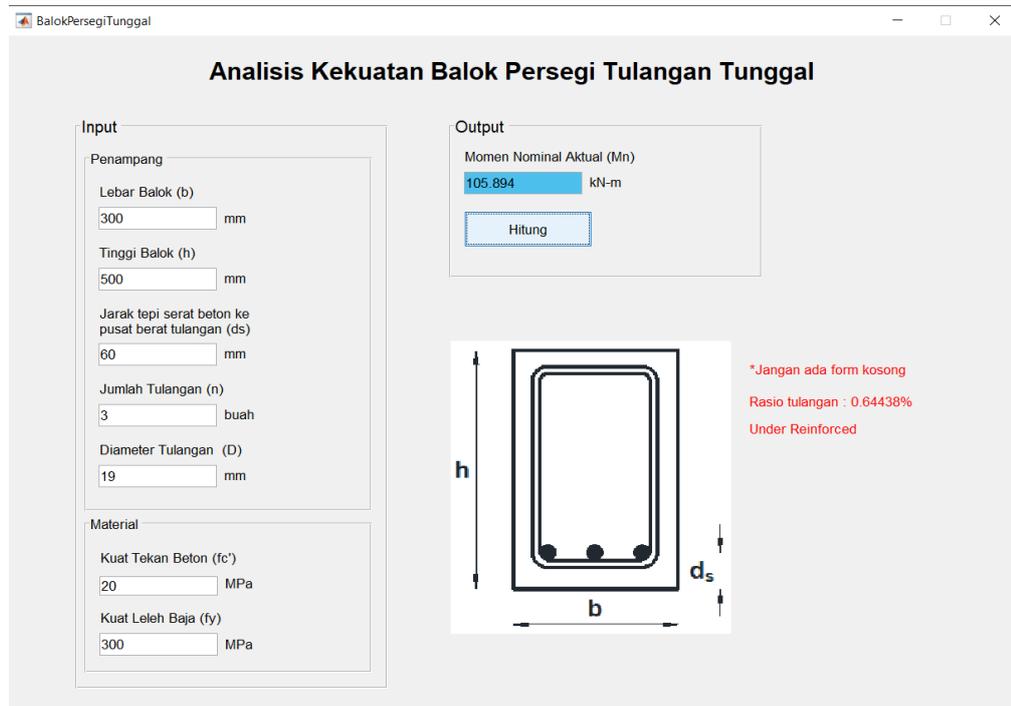
### **METODE PENELITIAN**

Prosedur Pembuatan Program:

1. Studi literatur, mencari data atau teori dari beberapa referensi seperti buku, jurnal, yang berkaitan dengan desain kuat penampang balok dan kolom beton bertulang.
2. Persiapan, disiapkan segala hal yang berhubungan dengan pembuatan program ini yaitu komputer dan *software* pendukungnya. Dipersiapkan pula gambaran awal mengenai program yang akan dibuat yaitu dengan merancang tampilan antar muka (*Graphical User Interface*) program yang akan dibuat.
3. Penulisan *program listing*, *program listing* adalah kode komputer atau data digital (dalam bentuk yang dapat dibaca). Pada program yang dibuat terdapat 2 komponen struktur, yaitu balok dan kolom.
4. Pengujian Program, pengujian akan dilakukan dengan mencari *error* pada program yang telah dibuat dengan mengecek ulang apakah ada fungsi yang kurang atau tidak dapat dijalankan. Selanjutnya, pengujian akan dilakukan dengan cara menjalankan program dan membandingkan hasil yang didapatkan di program dengan referensi yang ada.
5. Penyelesaian akhir, program yang telah jadi diperindah tampilannya sehingga program lebih mudah dimengerti dan digunakan.

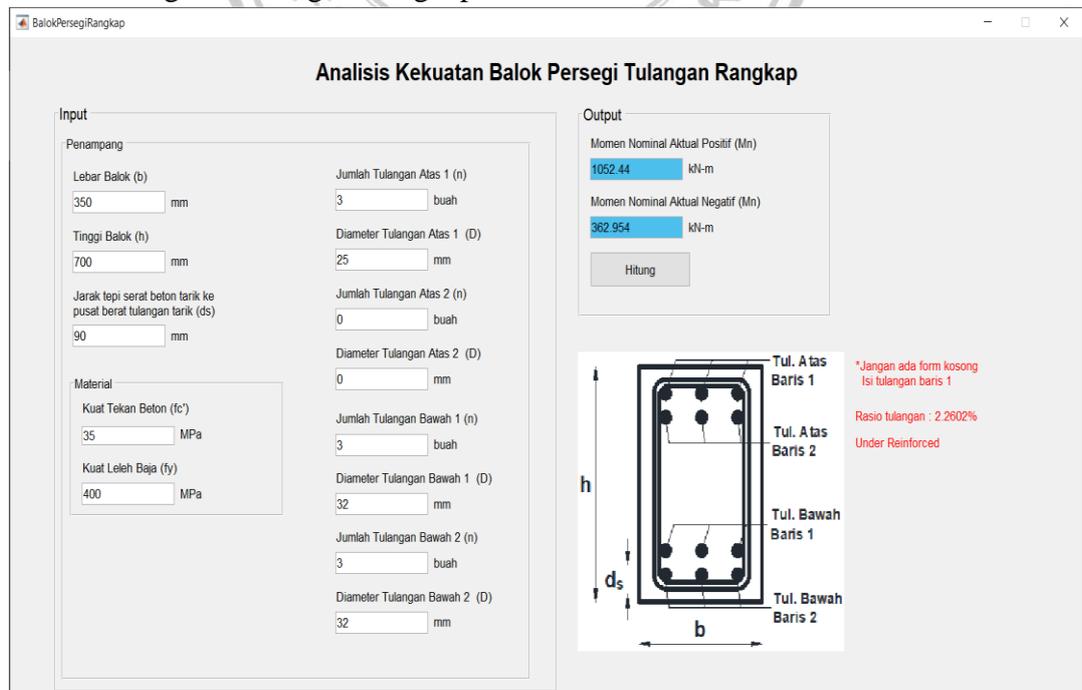
## HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan dengan Program
  - a. Balok Persegi Bertulangan Tunggal



Gambar 1. Analisis kekuatan balok persegi tulangan tunggal dengan program

- b. Balok Persegi Bertulangan Rangkap



Gambar 2. Analisis kekuatan balok persegi tulangan rangkap dengan program

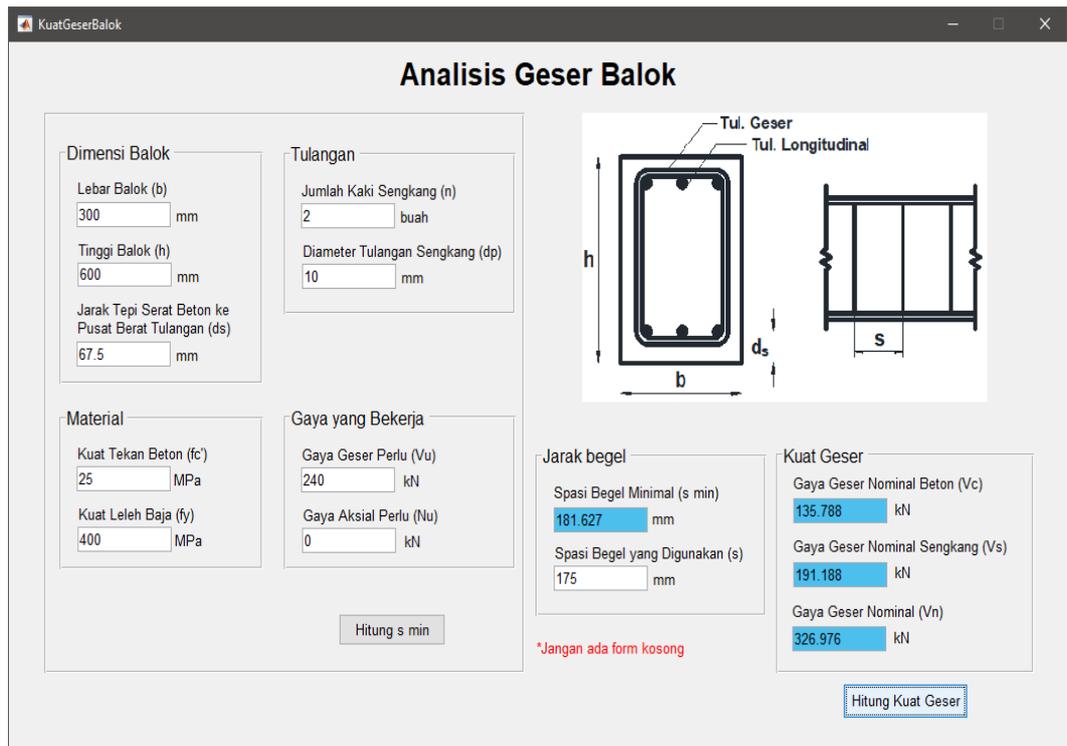
c. Balok T Bertulangan Tunggal

Gambar 3. Analisis kekuatan balok T tulangan tunggal dengan program

d. Balok T Bertulangan Rangkap

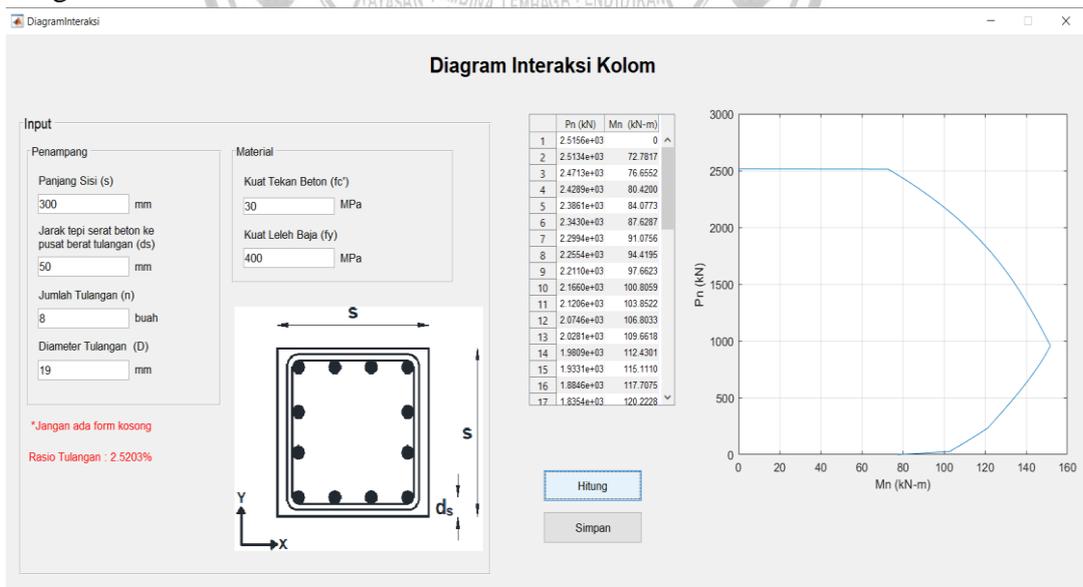
Gambar 4. Analisis kekuatan balok T tulangan rangkap dengan program

e. Geser Balok



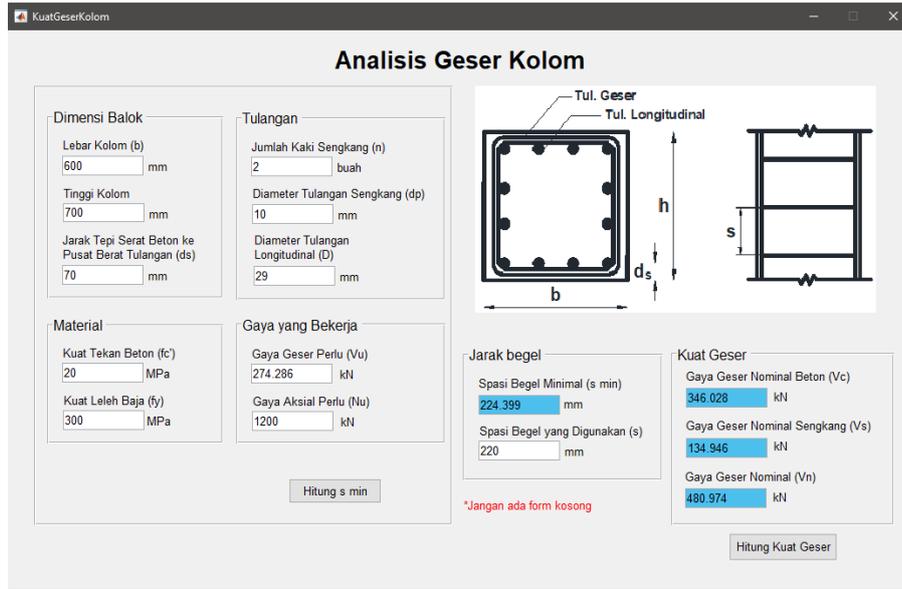
Gambar 5. Analisis geser balok dengan program

f. Diagram Interaksi Kolom



Gambar 6. Analisis diagram interaksi kolom dengan program

g. Geser Kolom



Gambar 7. Analisis geser kolom dengan program

2. Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Menggunakan Program

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa ada perbedaan nilai  $M_n$  untuk balok persegi dengan tulangan tunggal yang disebabkan karena pembulatan pada perhitungan manual. Pada balok persegi dengan tulangan rangkap terdapat selisih pada hasil  $M_n^+$  sebesar 0,1552% yang disebabkan karena pada program perhitungan regangan dan tegangan untuk tulangan rangkap dihitung per baris sedangkan pada Setiawan (2016) [6] perhitungan regangan dan tegangan di hitung hanya pada pusat berat tulangan.

Tabel 1. Hasil perhitungan momen aktual balok persegi secara manual dan dengan menggunakan program

			Asroni (2017)	Program	Selisih
Balok Persegi	Tulangan Tunggal	Momen Aktual $M_n$ (kNm)	105,89	105,894	0,0000%
			Setiawan (2016)		
	Tulangan Rangkap	Momen Aktual Positif $M_n^+$ (kNm)	1050,806	1052,440	0,1552%
		Momen Aktual Negatif $M_n^-$ (kNm)	-	362,954	-

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa ada selisih sebesar 0,1523% pada nilai untuk balok T dengan tulangan tunggal yang disebabkan karena adanya pembulatan pada saat perhitungan manual.

Tabel 2. Hasil perhitungan momen aktual balok T tulangan tunggal secara manual dan dengan menggunakan program

			Setiawan (2016)	Program	Selisih
Balok T	Tulangan Tunggal	Momen Aktual $M_n$ (kNm)	635,5564	636,5257	0,1523%

Pada Tabel 3 dapat dilihat perbandingan hasil perhitungan Christian Andi Santoso (2012) [7] dengan program, bahwa ada selisih sebesar 0,0346% pada nilai  $M_n^+$  untuk balok T dengan tulangan rangkap. Sedangkan terdapat selisih pada hasil  $M_n^-$  sebesar 0,0383% yang disebabkan karena adanya pembulatan pada saat perhitungan manual.

Tabel 3. Hasil perhitungan momen aktual balok T tulangan rangkap secara manual dan dengan menggunakan program

			Santoso (2012)	Program	Selisih
Balok T	Tulangan Rangkap	Momen Aktual Positif $M_n^+$ (kNm)	265,522	265,430	0,0346%
		Momen Aktual Negatif $M_n^-$ (kNm)	379,0783	378,933	0,0383%

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa ada selisih pada nilai untuk balok sebesar 0,0534% dan selisih pada nilai sebesar 0,0004%. Sedangkan untuk kolom, dapat dilihat bahwa selisih yang didapatkan kecil. Dapat disimpulkan selisih untuk geser balok dan kolom disebabkan karena adanya pembulatan pada saat perhitungan manual.

Tabel 4. Hasil perhitungan geser balok dan kolom secara manual dan dengan menggunakan program

		Setiawan (2016)	Program	Satuan	Selisih
Balok	Spasi Sengkang Minimal ( $s_{min}$ )	181,5300	181,627	mm	0,0534 %
	Gaya Geser Nominal Beton ( $V_c$ )	135,7875	135,788	kN	0,0004 %
	Gaya Geser Nominal Sengkang ( $V_s$ )	-	191,188	kN	-
	Gaya Geser Nominal ( $V_n$ )	-	326,976	kN	-

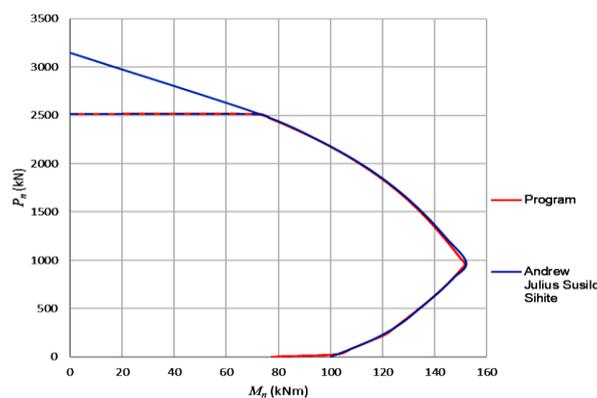
		Asroni (2017)	Program	Satuan	Selisih
Kolom	Spasi Sengkang Minimal ( $s_{min}$ )	224,3990	224,399	mm	0,0000 %
	Gaya Geser Nominal Beton ( $V_c$ )	346,0283	346,028	kN	0,0001 %
	Gaya Geser Nominal Sengkang ( $V_s$ )	-	134,946	kN	-
	Gaya Geser Nominal ( $V_n$ )	-	480,974	kN	-

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa selisih pada hasil  $P_n$  saat kondisi beban sentris disebabkan karena adanya pembulatan pada saat perhitungan manual. Pada kondisi beton tekan menentukan terdapat selisih sebesar 0,088% pada hasil  $P_n$  dan selisih sebesar 0,6619% pada hasil  $M_n$ , sedangkan pada kondisi tulangan tarik menentukan terdapat selisih sebesar 1,646% pada hasil  $P_n$  dan selisih sebesar 0,3528% pada hasil  $M_n$ . Selisih pada kondisi beton tekan menentukan dan pada kondisi tulangan tarik menentukan disebabkan karena perbedaan asumsi nilai  $c$ . Pada kondisi seimbang terdapat selisih sebesar 1,683% pada hasil  $P_n$  dan selisih sebesar 0,2716% pada hasil  $M_n$  yang disebabkan karena adanya perbedaan perhitungan untuk nilai  $a_b$ . Pada kondisi lentur murni ada selisih sebesar 2,4781% pada nilai  $M_n$  yang disebabkan karena adanya perbedaan perhitungan untuk nilai  $a$ .

Tabel 5. Hasil perhitungan kuat penampang kolom secara manual dan dengan menggunakan program

No	$P_n$ (kN)			$M_n$ (kNm)			Keterangan
	Sihite (2008)	Program	Selisih	Sihite (2008)	Program	Selisih	
1	2515,6	2515,562	0,002%	0	0	0,0000%	Beban Sentris
2	2515,6	2513,375	0,088%	72,3	72,782	0,6619%	Beton Tekan Menentukan
3	975,4	958,982	1,683%	152,2	151,787	0,2716%	Kondisi Seimbang
4	650,3	639,598	1,646%	140,9	140,403	0,3528%	Tulangan Tarik Menentukan
5	0	0	0,000%	100,1	102,644	2,4781%	Lentur Murni

Pada Gambar 8 dapat dilihat perbedaan pada diagram interaksi kolom dari Sihite (2008) pada kondisi beban sentris terdapat nilai  $P_0$  dan  $P_{nmax}$ .

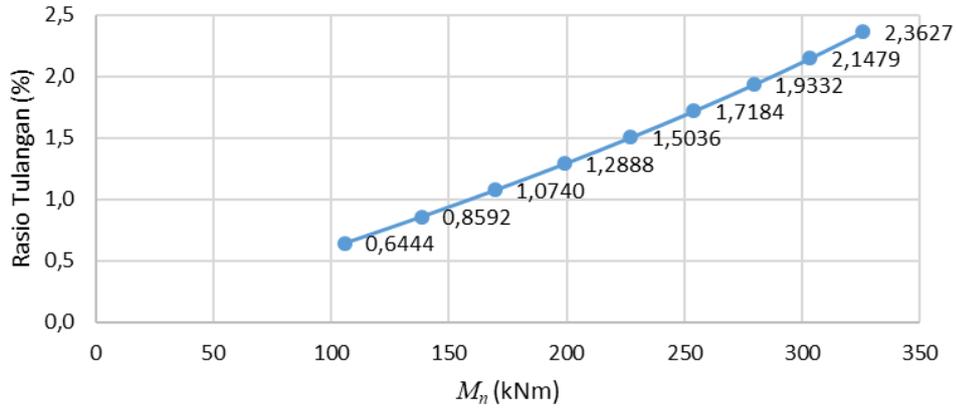


Gambar 8. Diagram interaksi kolom dihitung secara manual dan dengan menggunakan program

3. Persentase Luas Tulangan terhadap Kuat Penampang

1. Balok Persegi Bertulangan Tunggal

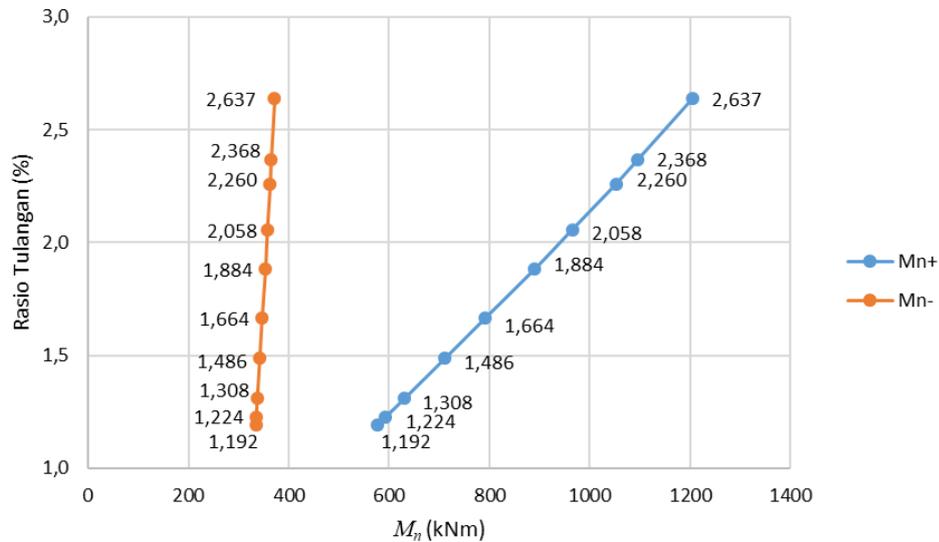
Pada Gambar 9 dapat dilihat hubungan rasio tulangan terhadap kuat penampang untuk balok persegi bertulangan tunggal dengan  $b.d = 13,2 \text{ m}^2$ ,  $f'_c = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 300 \text{ MPa}$ .



Gambar 9. Persentase luas tulangan terhadap kuat penampang balok persegi bertulangan tunggal

2. Balok Persegi Bertulangan Rangkap

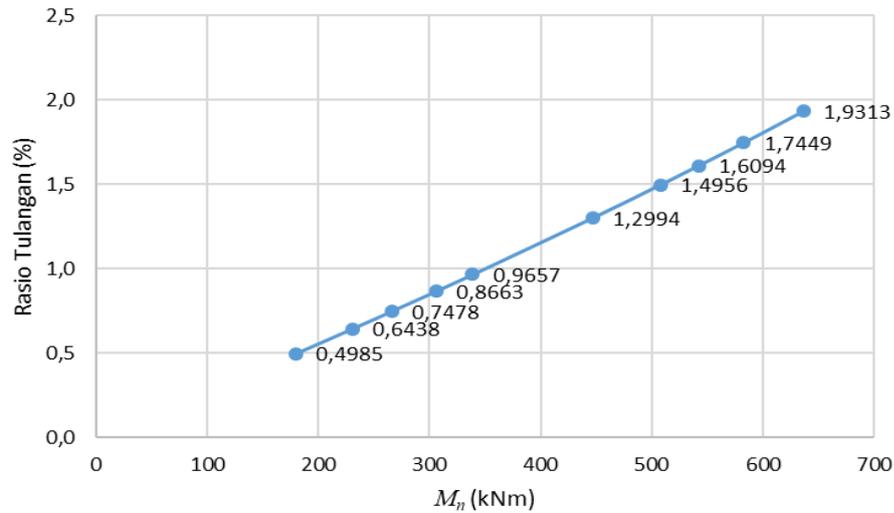
Pada Gambar 10 dapat dilihat hubungan rasio tulangan terhadap kuat penampang untuk balok persegi bertulangan rangkap dengan  $b.d = 22,3475 \text{ m}^2$ ,  $f'_c = 35 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$ .



Gambar 10. Persentase luas tulangan terhadap kuat penampang balok persegi bertulangan rangkap

3. Balok T Bertulangan Tunggal

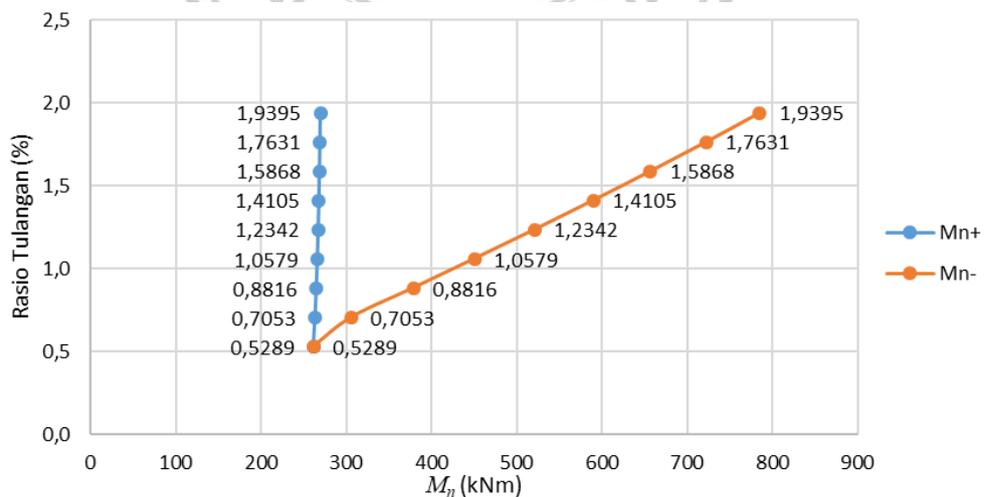
Pada Gambar 11 dapat dilihat hubungan rasio tulangan terhadap kuat penampang untuk balok T bertulangan tunggal dengan  $b.d = 15,22 \text{ m}^2$ ,  $f'_c = 25 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$ .



Gambar 11. Persentase luas tulangan terhadap kuat penampang balok T bertulangan tunggal

4. Balok T Bertulangan Rangkap

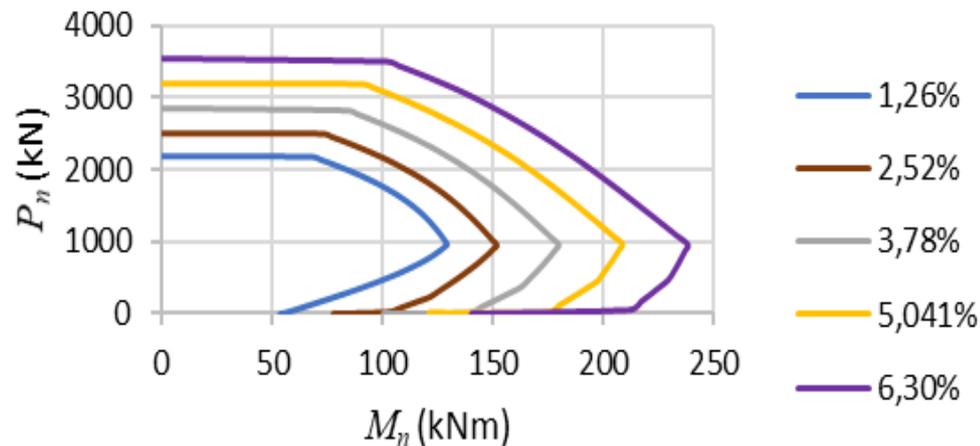
Pada Gambar 12 dapat dilihat hubungan rasio tulangan terhadap kuat penampang untuk balok T bertulangan rangkap dengan  $b.d = 21,56 \text{ m}^2$ ,  $f'_c = 25 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$ .



Gambar 12. Persentase luas tulangan terhadap kuat penampang balok T bertulangan rangkap

## 5. Kolom

Pada Gambar 13 dapat dilihat hubungan rasio tulangan terhadap kuat penampang untuk kolom persegi dengan panjang sisi 300 mm,  $f'_c = 30$  MPa, dan  $f_y = 400$  MPa.



Gambar 13. Diagram interaksi kolom 4 sisi  $f'_c = 30$  MPa  $f_y = 400$  MPa

## KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan pengujian program, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Program perhitungan kuat penampang balok dan kolom ini menggunakan tampilan dalam bentuk visual yang lebih sederhana sehingga mudah untuk dipahami dan digunakan. Program ini bersifat *Open Source*, sehingga dapat dimodifikasi secara bebas.
2. Program telah diuji coba dan dibandingkan dengan hasil perhitungan dari referensi yang ada dan menghasilkan *output* yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan perhitungan oleh Agus Setiawan (2016), Ali Asroni (2017), Andrew Julius Susilo Sihite (2008), dan Christian Andi Santoso (2012) sehingga program yang dibuat ini dapat dikatakan cukup valid dan bisa digunakan. Pada diagram interaksi kolom dapat dilihat perbedaan dari referensi yang diambil, untuk kondisi beban sentris hanya diambil kapasitas beban aksial maksimum pada program dan asumsi nilai yang lebih yang lebih banyak sehingga diagram interaksi kolom yang dihasilkan program lebih halus.
3. Rasio tulangan sangat mempengaruhi kekuatan penampang balok dan kolom. Untuk balok persegi bertulangan tunggal dan rangkap, balok T bertulangan tunggal dan rangkap, semakin besar rasio tulangan yang digunakan maka kekuatan nominal penampang meningkat. Pada penampang kolom, semakin besar rasio tulangan yang digunakan kuat momen nominal akan bertambah pada kondisi beban sentris. Kuat aksial nominal dan kuat momen nominal bertambah pada kondisi beton tekan menentukan dan kondisi tulangan tarik menentukan, kuat aksial nominal bertambah pada kondisi seimbang. Pada kondisi tidak ada beban aksial, kuat momen nominal akan meningkat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Asroni, Ali. 2017. *Teori dan Desain Balok dan Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Asroni, Ali. 2017. *Teori dan Desain Kolom Fondasi Balok T Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Girisha, A.T. & Setiawan, A.S. 2016. Perancangan Aplikasi Beton Bertulangan Rangkap Berbasis Android. (Online), ([https://ojs.upj.ac.id /index.php/journal\\_widya /article /view/3/31](https://ojs.upj.ac.id/index.php/journal_widya/article/view/3/31), diakses 13 Desember 2018)
- Santoso, Christian Andi. 2012. Perancangan Struktur Gedung Hotel Malya di Bandung. (Online), (<http://e-journal.uajy.ac.id/60>, diakses 25 Januari 2019).
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847:2013)*. Jakarta: Erlangga.
- Sihite, A.J.S. 2008. Aplikasi Rekayasa Konstruksi (Diagram Interaksi Kolom) dengan Visual Basic 6.0. (Online), (<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/17025>, diakses 23 Desember 2018).
- Soelarso, Darwis, Z. dan Sirait, R.L.W. 2015. Analisis Kolom Berbasis Visual Basic Application dalam Menentukan Rasio Tulangan. (Online), ([https://jurnal.untirta .ac.id/index.php/jft/article/download/8/988](https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/download/8/988), diakses 14 Desember 2018)

