

PERBANDINGAN KEBUTUHAN BESI STRUKTUR BALOK,KOLOM DAN PELAT DI AS BUILT DRAWING TERHADAP DESAIN KONDISI BALANCE

Arifien Nursandah¹⁾, Didik dwi juniarto²⁾

¹⁾ Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl.Suorejo No.59 surabaya , Telp 031-3811966

Email: arifien.nursandahums@gmail.com

²⁾ Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl.Suorejo No.59 surabaya , Telp 031-3811966

Email: didkdije93@gmail.com

Abstract

This final project discussed a comparison steel of school buildings at Surabaya, by comparing steel in Asbuilt drawing used in field to theory of reinforced concrete structure calculation, so that it could be known whether the using of steel is enough, less or over. In this comparison process we used 30 samples and 3 counting variables i.e. steel on beam structure, column and plate floor of 3thstorey on construction, Statistical model used was normal distribution with parametric and nonparametric statistics so that it could be used one sample T test and sign test (binomial test), using SPSS application. The reference comparison, we was take the calculation of per 1 m³ samples on columns and beams and per 1m² on floor plates, against theoretical calculation referring to the provision of SNI 2847-2013.

Keywrds: Design balance condition, Parametric Statistics

Abstrak

Tugas akhir ini membahas mengenai perbandingan penggunaan besi pada gedung sekolah yang ada di Surabaya , membandingkan pemakaian besi pada gambar Asbuilt drawing yang di pakai di lapangan dengan desain perhitungan struktur balance, sehingga di rasa mengetahui selama ini pemakaian besi cukup, kurang atau over. Pada proses perbandingan ini kita menggunakan 30 sampel dan 3 variabel perhitungan yaitu ; besi pada struktur balok, kolom dan pelat lantai pada konstruksi 3 lantai, Model statistik yang digunakan adalah distribusi normal dengan statistik parametrik dan nonparametrik sehingga dapat di gunakan uji T satu sampel dan uji tanda (uji Binomial), menggunakan aplikasi SPSS. Acuan perbandingan yang kita ambil adalah perhitungan sampel per 1 m³ pada kolom dan balok serta per 1m² pada pelat lantai, terhadap perhitungan secara teori yang mengacu pada ketentuan SNI 2847-2013.

Kata Kunci: Desain balance , Statistik parametrik

PENDAHULUAN

Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat, tangga. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

Fungsi utama besi tulangan pada struktur beton bertulang yaitu untuk menahan gaya tarik. Oleh karena itu pada struktur balok, pelat, kolom ataupun struktur lainnya dari bahan beton bertulang, selalu diupayakan agar tulangan longitudinal (memanjang) dipasang pada serat-serat beton yang mengalami tegangan tarik.

Keadaan ini terjadi terutama pada daerah yang menahan momen lentur besar (umumnya di daerah lapangan/tengah bentang, atau di atas tumpuan), sehingga sering mengakibatkan terjadinya retakan beton akibat tegangan lentur tersebut.

Beban-beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban gempa (*earthquake*), dan beban angin (*wind load*) menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur.

Perencanaan struktur yang di lakukan mengacu pada peraturan atau pedoman standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton bertulang, yaitu Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beton nomor: SK SNI 2847:2013

Pada realitanya di lapangan banyak kasus yang terjadi proporsi pemakaian besi yang tidak seimbang antara desain struktur dengan teori perancangan sehingga mengakibatkan pemakaian besi yang terlalu banyak atau pemakaian besi yang terlalu irit.

Dengan keadaan realita seperti di atas maka tugas akhir ini mencoba untuk menganalisa penggunaan besi pada bangunan sekolah menengah pertama yang ada di Surabaya dengan membandingkan kebutuhan besi yang ada pada desain penulangan beton dilapangan dengan perhitungan teori permodelan. Rumusan masalah yang dapat dirumuskan pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kebutuhan tulangan struktur balok, kolom dan pelat pada gedung SMP di Surabaya berdasarkan teori perencanaan struktur ?
2. Bagaimana pengaplikasian pemakaian tulangan struktur balok, kolom dan pelat pada gedung SMP di Surabaya berdasarkan data lapangan ?
3. Bagaimana perbandingan antara teori perencanaan dan aplikasi di lapangan dari kebutuhan tulangan struktur balok, kolom dan pelat pada gedung SMP di Surabaya berdasarkan Uji statistik?

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kebutuhan tulangan struktur balok, kolom dan pelat pada gedung SMP di Surabaya berdasarkan teori perencanaan struktur
2. Untuk mengetahui pengaplikasian pemakaian tulangan struktur balok, kolom dan pelat pada gedung SMP di Surabaya berdasarkan data lapangan
3. Untuk mengetahui perbandingan antara teori perencanaan dan aplikasi di lapangan dari kebutuhan tulangan struktur balok, kolom dan pelat pada gedung SMP di Surabaya berdasarkan Uji statistic.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Perencanaan

Peraturan yang di pakai dalam proses perencanaan ini adalah sebagai berikut:

- Perhitungan kekuatan beton bertulangan menggunakan persyaratan beton bertulangan struktural untuk bangunan gedung SNI-2847-2013.
- Perhitungan pembebanan menggunakan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung PPIUG 1983, dan juga menggunakan SNI-1727-2013.

Beban Hidup

Beban Hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir. SNI-1727-2013 Pasal.4.1

Tabel 1. Beban hidup

Beban hidup	Berat
Atap	100 Kg/m ³
Lantai sekolah	250 Kg/m ³

Sumber : PPIUG 1983

Beban mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, Plafon, tanga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedug dan komponen arsitektural dan structural lainnya serya peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran. SNI-1727-2013 Pasal 3.1.1. Beban mati yang digunakan pada design perencanaan ini adalah :

Tabel Error! No text of specified style in document.

Beban mati

Bahan bangunan	Berat
Beton bertulang	2.400 Kg/m ³
Beton	2.200 Kg/m ³
Batu pecah	1.450 Kg/m ³
Pasangan batu merah	1.700 Kg/m ³

Sumber : PPIUG 1983

Kombinasi dan faktor beban yang di pakai mengacu pada pasal 2.3.2 kombinasi dasar SNI 1727-2013, Sebagai Berikut :

- Kuat perlu terhadap beban Mati:

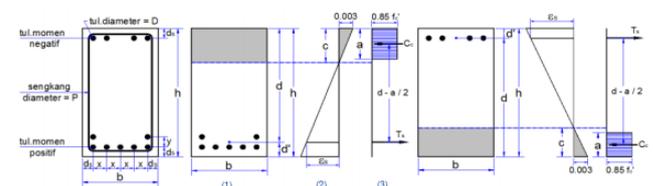
$$U = 1.4D$$

- Kuat perlu terhadap Beban Mati dan Hidup:

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (L \text{ atau } S \text{ atau } R)$$

Desain balance

Kondisi regangan seimbang (*balance reinforced*). Kondisi yang terjadi pada suatu penampang ketika tulangan baja tarik mencapai regangan luluh, sedangkan beton yang tertekan mencapai regangan ultimatnya sebesar 0,003



Gambar 2 Analisa lentur pada penampang beton

Sumber : <https://jasaperencanaanstruktur.wordpress.com/home/>

- 1) Penampang beton bertulang
- 2) Sebaran regangan pada penampang
- 3) Gaya-gaya dalam penampang dengan blok tegangan

persegi ekuivalen.

Untuk menghitung kapasitas momen nominal adalah:

$$Mn = 0,85 \times f'c' \times a \times b \times \left(d - \frac{a}{2}\right) = As \times fy \times \left(\frac{a}{2}\right) \quad (1)$$

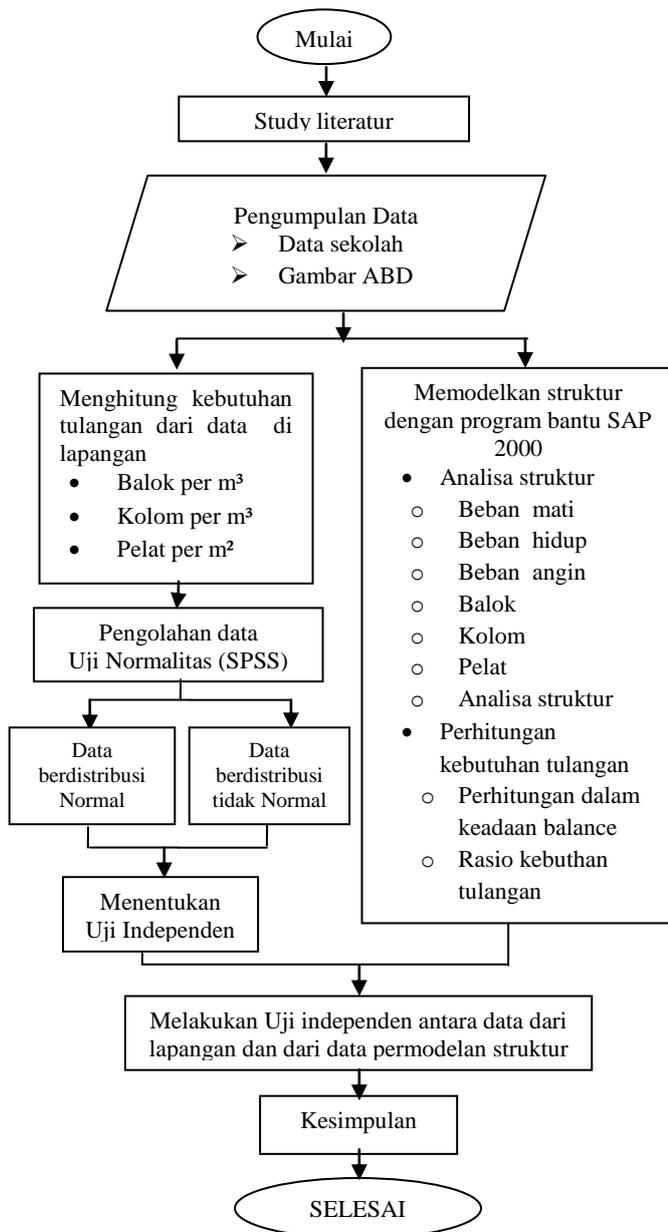
Pada sebuah struktur beton bertulang akan terjadi runtuh apabila nilai $\epsilon_c' \geq 0,003$ atau leleh pada baja tulanga apabila $\epsilon_s = \epsilon_y$.

Ragam kemungkinan keruntuhan struktur balok yang akan terjadi akibat desain penampang dan baja tulangan.

1. Terjadi runtuh pada beton, namun kondisi baja tulangan masih belum leleh, kondisi ini disebut dengan keruntuhan tekan. Hal ini terjadi akibat baja tulangan yang terlalu **kuat** (*over-reinforced*).
2. Terjadi keruntuhan secara bersamaan antara beton dan baja tulangan, kondisi ini disebut dengan keruntuhan seimbang. Hal ini terjadi pada penampang Balok yang bertulangan seimbang (*balanced reinforced*).
3. Belum terjadi runtuh pada beton, namun baja tulangan sudah leleh, kondisi ini disebut dengan keruntuhan tarik. Hal ini terjadi pada penampang Balok yang bertulangan lemah (*under-reinforced*).

METODOLOGI

Tahapan pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design

Komponen struktur yang terdapat pada bangunan yang meliputi pelat, kolom dan balok akan di rencanakan terlebih dahulu dimensi awal dari komponen struktur komponen bangunan (pra rencana)

Tabel 3. Preliminary design

Srtuktur	Dimensi
Balok	30 x 50 cm
Kolom	35 x 35 cm
Pelat	12 cm

Sumber: Analisa data (2018)

Hasil analisis struktur

Dari analisi yang telah di lakukan maka akan di dapat beberapa hasil dari analisis

Tabel 4. Tulangan struktur analisa desain balance

Struktur	Dimensi	Tulangan	
		Lapangan	Tumpuan
Balok	30x60cm	Atas	8D-19
		Bawah	8D-19
		Senggang	Ø10-150
Kolom	35x35cm	Utama	16-D13
		Senggang	Ø10-120
Pelat	12cm	Tarik	Ø10-200
		Tekan	Ø8-300

Sumber: Analisa data (2018)

Perhitungan Berat Tulangan kolom, balok dan pelat di lapangan dan perencanaan

Dari gambar ABD yang di dapat kita dapat melihat setiap tulangan yang ada pada balok, kolm serta pelat dari gambar tersebut kita menggunakan acuan perhitungan berat tulanga per m³.

Tabel 5. Tulangan struktur sampel gambar ABD

Struktur	Dimensi	Tulangan	
		Lapangan	Tumpuan
Balok	30x60cm	Atas	4D-16
		Bawah	7D-19
		Senggang	Ø10-150
Kolom	40x40cm	Utama	12-D16
		Senggang	Ø10-150
Pelat	12cm	Tarik	Ø10-200
		Tekan	Ø8-300

Sumber: Analisa data (2018)

Rekapitulasi hasil perhitungan analisa besi desain balance

Perhitungan perencanaan kebutuhan besi yang di dapat ini akan di gunakan sebagai tolak ukur pembeding penggunaan besi di lapang dengan teori, pada Bab sebelumnya telah di jelaskan perhitungan kebutuhan tulangan, dan pada sub bab ini di di jelaskan perhitungan berat besi yang di gunakan sebagai nilai pembeding yang akan di sajikan pada tabel berikut:

Tabel 6. Rekapitulasi analisa perhitungan kebutuhan besi desain balance

Perhitungan Desain Balance	KEBUTUHAN BESI TULANGAN		
	Balok 1(m ³)	Kolom 1(m ³)	Pelat 1(m ²)
	246,20	193,77	177,10

Sumber : Analisa data (2018)

Rekapitulasi hasil perhitungan analisa besi di lapangan

Perhitungan analisa kebutuhan besi yang ada di lapangan dengan acuan gambar ABD yang di dapat, maka mendapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi analisa perhitungan kebutuhan besi di lapangan

	KEBUTUHAN BESI TULANGAN		
	Balok 1(m ³)	Kolom 1(m ³)	Pelat 1(m ²)
Rata-rata	287.3	192.2	190.5
Selisih dalam %	16.7%	-0.84%	7.6%

Sumber : Analisa data (2018)

Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut berdistribusi normal ataukah tidak. Dengan bantuan program SPSS maka hasil uji normalitas di dapat sebagai berikut:

NPar Tests

[DataSet0]

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Balok	Kolom	Pelat
N		30	30	30
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	287.2553	192.1513	190.4980
	Std. Deviation	46.18552	26.78969	19.58796
Most Extreme Differences	Absolute	.139	.142	.438
	Positive	.139	.142	.438
	Negative	-.094	-.111	-.262
Test Statistic		.139	.142	.438
Asymp. Sig. (2-tailed)		.142 ^c	.128 ^c	.000 ^c

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

Gambar 3 Hasil Uji Normalitas menggunakan program SPSS

Sumber : Analisa data SPSS (2018)

Statistik Parametrik

Pada ststistik parametrik memiliki beberapa metode pengujian diantaranya adalah :

- ❖ Uji -z (1 atau 2 sampel)
- ❖ Uji-T
- ❖ Kolerasi person
- ❖ One or two-way anova parametrik

Pada data parametrik yang akan di gunakan untuk pengujian selanjutnya adalah Uji-T.

Uji T

Berdasarkan uji Normalitas di peroleh hasil bahwa data balok dan kolom berdistribusi Normal sehingga di gunakan uji T.

➤ Balok

Menentukan Hipotesis

$$H_0 = \text{Rata-rata penulangan Balok} \leq 246,2$$

$$H_1 = \text{Rata-rata penulanganBalok} > 246,2$$

```

/MISSING=ANALYSIS
/VARIABLES=Balok
/CRITERIA=CI (.95) .
    
```

➔ **T-Test**

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Balok	30	287.2553	46.18552	8.43228

One-Sample Test

	Test Value = 246.20					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Balok	4.869	29	.000	41.05533	23.8094	58.3013

Gambar 4 Hasil Uji T test data balok menggunakan program SPSS

Sumber : Analisa data SPSS (2018)

Berdasarkan hasil output SPSS :

1. Jika nila sign. (P) < 0,05 maka H₀ Di tolak
 2. Jika nila sign. (P) > 0,05 maka H₁ Di terima
- Pada pengujian data pelat nilai sign.(P) adalah 0,000 maka H₀ di tolak dan H₁ di terima.

➤ Kolom

Menentukan Hipotesis

$$H_0 = \text{Rata-rata penulangan Kolom} \geq 193,77$$

→ T-Test

[DataSet1] C:\Users\DJ\Documents\revisi.sav

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kolom	30	192.1513	26.78969	4.89111

One-Sample Test						
Test Value = 0						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
kolom	39.286	29	.000	192.15133	182.1479	202.1548

Gambar 5 Hasil Uji T test data kolom menggunakan program SPSS
Sumber : Analisa data SPSS (2018)

Berdasarkan hasil output SPSS :

1. Jika nilai sign. (P) < 0,05 maka H₀ Di tolak
2. Jika nilai sign. (P) > 0,05 maka H₁ Di terima

Pada pengujian data pelat nilai sign.(P) adalah 0,001 maka H₀ di tolak dan H₁ di terima.

Statistik Non-Parametik

Pada statistik Non parametik memiliki beberapa metode pengujian diantaranya adalah :

- ❖ Uji tanda (uji Binomial)
- ❖ Rank tanda
- ❖ Rank sum test
- ❖ Fisher probability exact test

Pada data Non Parametik yang akan di gunakan untuk pengujian selanjutnya adalah uji Binomial.

Uji tanda (Uji Binomial)

Berdasarkan uji normalitas di peroleh hasil bahwa data pelat tidak berdistribusi normal sehingga tidak dapat di gunakan uji T, sehingga di gunakan uji alternatif yaitu uji tanda (uji binomial).

- Menentukan Hipotesis
H₀ =Rata-rata penulangan pelat ≤177,10
H₁ =Rata-rata penulangan pelat >177,10

Hasil perhitungan uji binomial data pelat adalah sebagai berikut:

```

NPAR TESTS
  /BINOMIAL (0.50)=Pelat (177.10)
  /MISSING ANALYSIS.
    
```

→ NPar Tests

Binomial Test						
	Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2-tailed)	
Pelat	Group 1	≤ 177.1	1	.03	.50	.000
	Group 2	> 177.1	29	.97		
Total		30		1.00		

Gambar 6 Hasil Uji tanda data Pelat menggunakan program SPSS
Sumber : Analisa data SPSS (2018)

Berdasarkan hasil output SPSS :

1. Jika nilai sign. (P) < 0,05 maka H₀ Di tolak
2. Jika nilai sign. (P) > 0,05 maka H₁ Di terima

Pada pengujian data pelat nilai sign.(P) adalah 0,000 maka H₀ di tolak dan H₁ di terima.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengolahan data yang di lakukan dengan program SPSS untuk membandingkan kebutuhan besi tulangan balok, kolom dan pelat di lapangan dengan teori perhitungan perencanaan, maka di dapat hasil sebagaimana berikut:

1. Berdasarkan teori perencanaan, di peroleh kebutuhan besi untuk struktur balok 246.20 kg/m³, kolom 209,63 kg/m³ dan pelat 177,10 kg/m³.
2. Di bandingkan dengan besi terpasang di lapangan , pada balok lebih besar 16.68%, pada kolom lebih sedikit -0,84% dan pada pelat lebih besar 7,56%.
3. Berdasarkan uji statistik di peroleh sebagai berikut:
 - a. Nilai rata-rata pada penulangan balok adalah 287,255 sedang nilai sign. Adalah 0,000 sehingga dapat di simpulkan bahwa penggunaan besi tulangan balok di lapangan lebih besar di banding dengan teori perencanaan.
 - b. Nilai rata-rata pada penulangan pelat adalah 192,151 sedang nilai sign. Adalah 0,001 < 0,05 sehingga dapat di simpulkan bahwa penggunaan besi tulangan kolom di lapangan lebih besar di banding dengan teori perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiyono . 2006 *menghitung konstruksi beton* .3nd Jakarta:penebar swadaya

Asroni Ali, M T,2010*kolom fondasi dan balok Tbeton bertulang*Yogyakarta:graham ilmu

Ditjen Cipta Karya. 2002. *Peraturan Beton Indonesia Tahun 2002*. Jakarta: Ditjen Cipta Karya.

Ilmu sipil.<http://www.ilmusipil.com/contoh-hitung-kebutuhan-besi-untuk-cor-dak-lantai-beton> di akses pada 12 desember 2017.

ModulSAP200.<https://engineeringdesigncenter.files.wordpress.com/2010/05/sap2000.pdf>di akses pada 12 februari 2018.

Nasution Amrinsyah . 2019 *analisa dan desain struktur beton bertulang*. Bandung ; ITB

Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983. 1983; Bandung:yayasan lembaga penyelidikan masalah bangunan.

perhitungan beton bertulang <https://www.google.co.id/search?q=perhitungan+kolom+beton+xls+download&oq=perhitungan&aqs=chrome.4.69i57j69i60l2j69i61j69i59j35i39.5691j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> di akses pada 25 November 2017.

Setiawan Agus . 2016 *perencanaan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847-2013* .Jakarta; Gelora Aksara Pratama

SNI 2847:2013 persyaratan beton struktral untuk bangunan gedung. 2013:Jakarta ;BSN

*SNI 1727 :2013 beban minimum untuk perencanaan
bangunan gedung dan struktur.* 2013:Jakarta
;BSN

Sugiharto toto, 2009 *Analisis varians* Fakultas Ekonomi
Universitas Gunadarma

Udji eko 2013. *Perhitungan ulang struktur plasa Surabaya
dengan metode.* skripsi tidak di terbitkan,
Program Studi Teknik Sipil . Universitas
Muhammadiyah Surabaya