

## Evaluasi Nilai Faktor Reduksi Kekuatan ( $\Phi$ ) Menurut Code 2013 Kaitannya Dengan Hasil Penelitian Lapangan

Muhammad Fadli Pratama<sup>1</sup> Widodo Pawirodikromo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil FTSP UII

email: [fadlimuhammad333@gmail.com](mailto:fadlimuhammad333@gmail.com)

<sup>2</sup>Guru Besar Program Studi Teknik Sipil dan Magister Teknik Sipil FTSP UII

email: [widodo355@gmail.com](mailto:widodo355@gmail.com)

**Abstrak:** Dalam merencanakan suatu struktur bangunan perencana harus mengacu pada peraturan perencanaan bangunan yang ada. Peraturan ini dibuat dengan harapan akan didapatkan keamanan struktur yang menjamin baik terhadap kemungkinan kelebihan beban (*overload*) atau kurang kekuatan (*understrength*). Untuk menghindari hal tersebut oleh perencana akan digunakan nilai faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) yang nilainya di bawah angka 1. Manfaat dari faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) adalah untuk mengantisipasi adanya kemungkinan-kemungkinan yang terjadi di lapangan seperti pemakaian mutu bahan yang bervariasi, mutu pelaksanaan yang tidak sempurna, ukuran elemen-elemen struktur yang kurang sesuai dan lain sebagainya. Selama ini faktor reduksi ( $\phi$ ) yang digunakan pada code di Indonesia menggunakan faktor reduksi yang ditetapkan berdasarkan kondisi di USA. Sedangkan kondisi Indonesia berbeda dengan kondisi USA seperti mutu beton, mutu baja, pelaksanaan pekerjaan serta pengawasan. Dalam penelitian ini akan dibandingkan nilai  $\phi$  yang didapatkan dari data di lapangan dengan code yang ada di Indonesia. Untuk mendapatkan nilai  $\phi$  di lapangan tersebut dibutuhkan data-data lapangan yang diambil dengan cara pengukuran pada proyek yang sedang berjalan dan juga data gambar perencanaan yang selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan nilai  $\phi$ . Pada analisis digunakan metode *advanced first order, second momen procedure*, metode ini telah dianggap sebagai sarana yang *reliable* untuk penyusunan keamanan struktur oleh ACI. Data lapangan diambil pada empat proyek yang sedang berjalan di daerah Yogyakarta. Hasil penelitian faktor reduksi kekuatan yang diperoleh terhadap empat proyek adalah bahwa nilai faktor reduksi kekuatan pada momen lentur balok dan gaya aksial kolom dapat dikatakan cukup bagus karena hampir seluruh nilai faktor reduksi kekuatan berada di atas standar, walau ada beberapa yang di bawah standar. Namun untuk nilai faktor reduksi kekuatan di lapangan pada gaya geser balok dan momen lentur pelat dapat dikatakan kurang karena masih banyak nilai faktor reduksi kekuatan di bawah code.

**Kata kunci:** Nilai Faktor Reduksi Kekuatan; Angka Keamanan; Penelitian Lapangan

### I. Pendahuluan

Struktur bangunan merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan dan atau kehadiran bangunan di atas tanah. Struktur terdiri dari unsur-unsur atau elemen-elemen yang terintegrasi dan berfungsi sebagai satu kesatuan utuh untuk menyalurkan semua jenis beban ke tanah.

Dalam merencanakan suatu struktur bangunan perencana harus mengacu pada peraturan perencanaan bangunan yang ada. Peraturan ini dibuat dengan harapan akan didapatkan keamanan struktur yang menjamin baik terhadap kemungkinan kelebihan beban (*overload*) atau kurang kekuatan (*understrength*). Resiko runtuh yang disebabkan oleh ketidakpastian dalam proses perencanaan tidak dapat dihindari dan angka keamanan yang

diberikan dalam perencanaan merupakan suatu usaha untuk memperkecil resiko runtuh pada struktur.

Salah satu angka keamanan yang ada pada peraturan dalam perencanaan adalah nilai faktor reduksi kekuatan. Faktor reduksi kekuatan adalah koefisien yang menggabungkan angka kekuatan riil dengan kekuatan nominal atau teoritik struktur elemen. Manfaat dari faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) adalah untuk mengantisipasi adanya kemungkinan-kemungkinan yang terjadi di lapangan seperti pemakaian mutu bahan yang bervariasi, mutu pelaksanaan yang tidak sempurna, ukuran elemen-elemen struktur yang kurang sesuai dan lain sebagainya.

Selama ini faktor reduksi ( $\phi$ ) yang digunakan pada code di Indonesia menggunakan faktor reduksi yang ditetapkan berdasarkan kondisi di USA. Sedangkan kondisi Indonesia

berbeda dengan kondisi USA seperti mutu beton, mutu baja, pelaksanaan pekerjaan serta pengawasan, sehingga diperlukan adanya penelitian tentang nilai faktor reduksi sesuai dengan kondisi Indonesia.

## II. Tinjauan Pustaka

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai nilai faktor reduksi kekuatan diperlukan untuk mencapai hasil penelitian yang lebih baik. Penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini diantaranya adalah *Nawir Rasidi* (2005), dalam penelitiannya Studi Ekperimental perbandingan Nilai Faktor Reduksi ( $\phi$ ) Profil Baja Tabung Kotak di Indonesia. Penelitian dilakukan untuk menentukan faktor reduksi ( $\phi$ ) dengan indeks keandalan = 3 sesuai acuan LRFD. Perilaku tekan dan lentur benda uji berupa baja tabung kotak ukuran (2 x 4) cm dengan panjang untuk pengujian tekan 75 cm dan untuk pengujian lentur 65 cm. *Raditya Adi Prakoso* (2010), dalam penelitiannya Studi Pengaruh Eksentrisitas Terhadap Faktor Reduksi Pada Kolom Beton Bertulang Bujursangkar dengan Menggunakan Program Visual Basic 6.0. Penelitian ini menganalisis regangan tarik yang terjadi pada tulangan beton bertulang. *Rizaldi Patria* (2010), dalam penelitiannya Nilai Faktor Reduksi Kekuatan ( $\phi$ ) Berdasarkan Tingkat Klasifikasi Kontraktor. Penelitian dilakukan dengan membandingkan faktor reduksi kekuatan berdasarkan tingkat kualifikasi kontraktor yang ada di Indonesia. Hasil faktor reduksi yang diperoleh tiap kontraktor kemudian dibandingkan untuk mengetahui kontraktor yang paling bagus dalam melaksanakan pekerjaannya. Berdasarkan uraian diatas maka dapat dilihat perbedaan penelitian yang dilakukan sekarang dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Jika pada penelitian sebelumnya digunakan untuk membandingkan nilai faktor reduksi kekuatan yang ada dilapangan dengan code 2002 baik ACI maupun SNI dan juga membandingkan antar grade kontraktor, sedangkan pada penelitian sekarang digunakan untuk membandingkan nilai faktor reduksi kekuatan yang ada dilapangan dengan code 2013. Jika pada penelitian sebelumnya objek yang digunakan pada penelitian merupakan kolom beton bertulang bujursangkar dan profil baja tabung, maka pada penelitian sekarang objek yang diteliti adalah balok, kolom dan pelat yang sedang dikerjakan di lima proyek di Yogyakarta.

## III. Landasan Teori

### 3.1 Faktor Reduksi Kekuatan

Dalam perencanaan struktur bangunan gedung, elemen-elemen struktur sangat perlu diperhatikan dari berbagai segi yang dapat mempengaruhi kekuatan elemen tersebut, seperti beban yang bekerja, fungsi bangunan, sifat material maupun dimensi-dimensi struktur. Tetapi kondisi yang ada di lapangan sangat berbeda dengan apa yang telah direncanakan. Bila penyimpangan tersebut terakumulasi menjadi satu akan mengakibatkan penurunan kekuatan dari perencanaan sebelumnya. Penyimpangan-penyimpangan dari Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971) diijinkan, asal dapat dibuktikan dengan perhitungan dan atau percobaan bahwa konstruksi bangunan yang dihasilkan di lapangan cukup aman. Besarnya nilai faktor reduksi ( $\phi$ ) kekuatan tergantung dari kesempurnaan dan ketepatan di lapangan. Nilai  $\phi$  akan mendekati satu apabila dalam pelaksanaan di lapangan sesuai dengan yang direncanakan. Bila penyimpangan-penyimpangan di lapangan cukup besar maka akan menghasilkan nilai  $\phi$  berkurang jauh dari angka satu.

### 3.2 Konsep Perhitungan Faktor Reduksi Kekuatan

Untuk perhitungan nilai  $\Phi$  digunakan metode yang dikemukakan oleh Mac Gregor, 1976. Metode ini memperhitungkan sifat random dari semua variabel yang mempengaruhi nilai faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ). Metode ini disebut Second Momen Procedure karena dalam menggambarkan distribusi masing masing variabel selalu menggunakan 2 parameter statistik yaitu nilai rata-rata (mean) dan koefisien variasi. Metode ini telah dianggap sebagai sarana yang reliable untuk penyusunan keamanan struktur oleh *ACI Fall Convention Canada*. Persamaan yang digunakan menurut Mac Gregor 1976 adalah sebagai berikut :

$$\Phi = \gamma_R [e^{\beta\alpha V_R}]$$

Dimana:

$\gamma$  = perbandingan dari kekuatan di lapangan dengan kekuatan rencana

$V_R$  = koefisien variasi R

$\alpha$  = separation function yang bernilai antara 0,707 – 1

$\beta$  = ukuran kehandalan bagian struktur

### 3.3 Koefisien Variasi

Koefisien Variasi (V) adalah menyatakan persentase deviasi standar dari rata-ratanya. Kegunaan dari koefisien variasi ini adalah mengukur keseragaman sesuatu hal. Semakin kecil koefisien variasi berarti data itu semakin tidak seragam (Subagyo, 1988). Untuk mengetahui tingkat penyebaran data digunakan koefisien variasi yang dapat dihitung menurut Hasan, 1999 dengan persamaan berikut

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}$$

Atau

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \times 100\%$$

## IV. Metodologi Penelitian

### 4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada empat proyek yang sedang berjalan di wilayah Yogyakarta, yaitu:

1. Proyek Hotel A, dengan jumlah lantai 6
2. Proyek Hotel B, dengan jumlah lantai 12
3. Proyek Hotel C, dengan jumlah lantai 8
4. Proyek Apartemen D, dengan jumlah lantai 8

### 4.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang dilakukan di lapangan pada kelima proyek dimulai pada bulan April 2016 sampai dengan Agustus 2016.

### 4.3 Model Atau Objek Bangunan

Model atau objek bangunan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bangunan gedung yang sedang dikerjakan dengan jumlah lantai lebih atau sama dengan 2 lantai.
2. Bangunan gedung yang sedang dikerjakan menggunakan struktur beton bertulang

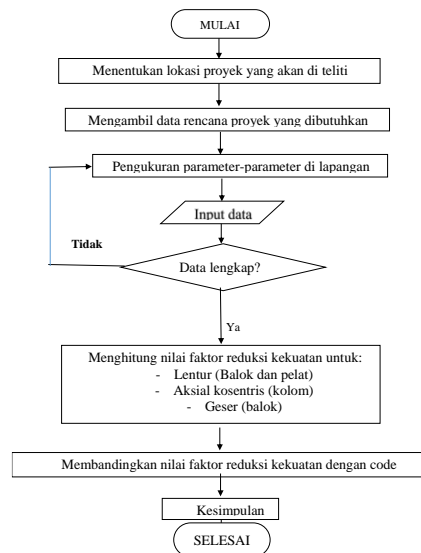
### 4.4 Metode Analisis

Data-data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode probabilitas *advance first order, second moment procedur* untuk menghasilkan nilai faktor reduksi kekuatan

momen lentur balok dan pelat, geser balok dan gaya aksial kolom. Urutan-urutan analisis faktor reduksi kekuatan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kuat nominal rencana tiap kekuatan elemen (momen lentur, gaya geser dan gaya aksial kosentris)
2. Menghitung rerata tiap parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan.
3. Menghitung kuat penampang struktur rerata tiap kekuatan elemen.
4. Menghitung nilai perbandingan kekuatan penampang elemen rerata dengan kekuatan penampang rencana ( $\gamma R$ ).
5. Menghitung nilai koefisien variasi untuk tiap parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan.
6. Menghitung nilai koefisien variasi kekuatan penampang struktur.
7. Menghitung nilai faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ).

Berikut adalah bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

## V. Hasil dan Pembahasan

### 5.1 Nilai Faktor Reduksi Kekuatan Pada Momen Lentur Balok

Tabel 1 Rekanan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada proyek A



Jenis Balok		B3	B4	B5	BA1	BA2	BA3	
Tumpuan	Dia. Terukur	M. Neg	1,044022	0,951255	0,990255	0,972773	0,956631	0,947055
		M. Pos	1,040673	0,972977	1,014302	1,026932	1,019741	1,025721
	Dia. Terhitung	M. Neg	1,008433	0,905657	0,954125	0,942417	0,929964	0,923475
		M. Pos	1,004389	0,925613	1,009598	1,016703	1,010539	1,019039
Lapangan	Dia. Terukur	M. Neg	1,009038	0,92114	1,009438	1,004134	1,03431	0,991936
		M. Pos	1,011381	1,024166	0,942678	0,983907	0,916862	1,010383
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,97638	0,882933	0,96349	0,964207	0,989195	0,964028
		M. Pos	0,975869	0,99592	0,906686	0,951895	0,882662	0,979183

lentur balok pada proyek B

Jenis Balok		B2	B5	B6	B13	B14	B19	B20	
Tumpuan	Dia. Terukur	M. Neg	0,82317	0,8191	0,8642	0,87218	0,77104	0,83442	0,845
		M. Pos	0,9608	0,9137	0,931	0,97622	0,77444	0,93418	0,9323
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,78685	0,7761	0,8176	0,80706	0,7336	0,79254	0,80048
		M. Pos	0,89455	0,8907	0,907	0,97357	0,77487	0,92004	0,91208
Lapangan	Dia. Terukur	M. Neg	0,84395	0,8265	0,8535	0,88845	0,74586	0,83762	0,84395
		M. Pos	0,85343	0,7964	0,9024	0,95787	0,82181	0,88862	0,89526
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,80054	0,7636	0,8096	0,84451	0,71521	0,79428	0,80156
		M. Pos	0,84681	0,792	0,888	0,95003	0,81726	0,87807	0,88541

en lentur balok pada proyek C

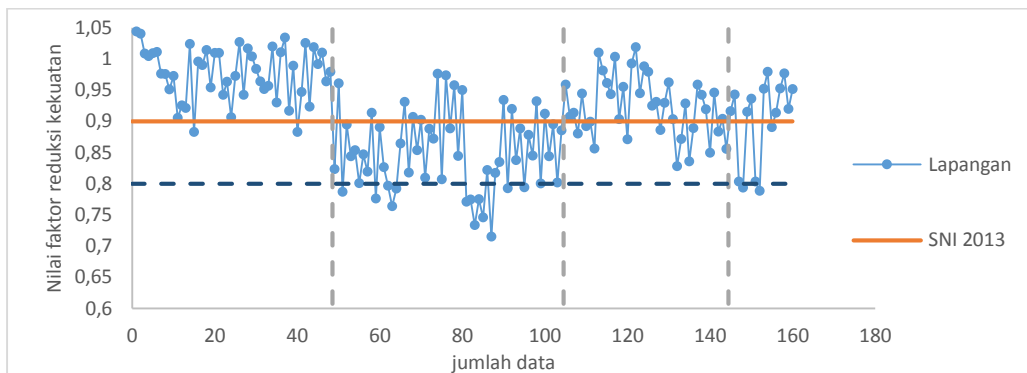
Jenis Balok		G1	G2	G3	B1	B2	
TUMPUAN	Dia. Terukur	M. Neg	0,95873	1,0101	0,9926	0,92948	0,95902
		M. Pos	0,90747	0,9813	1,019	0,96254	0,94236
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,91353	0,9614	0,9448	0,90364	0,91922
		M. Pos	0,88047	0,9434	0,9881	0,82797	0,84952
LAPANGAN	Dia. Terukur	M. Neg	0,94464	1,0036	0,9796	0,87149	0,94579
		M. Pos	0,89228	0,9036	0,9252	0,92877	0,88354
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,89912	0,955	0,931	0,83586	0,9039
		M. Pos	0,85594	0,8713	0,8857	0,88887	0,85585

Tabel 4 Rekap nilai  $\phi$  momen lentur balok pada proyek D

Jenis Balok		B1	B2	
Tumpuan	Dia. Terukur	M. Neg	0,95218	0,9165
		M. Pos	0,97936	0,9432
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,89055	0,8033
		M. Pos	0,91389	0,7935
Lapangan	Dia. Terukur	M. Neg	0,95283	0,915
		M. Pos	0,97678	0,9362
	Dia. Terhitung	M. Neg	0,91993	0,8035
		M. Pos	0,95186	0,7886

Tabel 2 Rekap nilai  $\phi$  momen

Tabel 3 Rekap nilai  $\phi$  momen



Gambar 2.  $\phi$  momen lentur balok dari keempat proyek

Berdasarkan Gambar 2, untuk nilai faktor reduksi kekuatan momen lentur balok menghasilkan nilai yang sangat beragam baik antara jenis balok proyek satu dengan proyek lainnya dan juga antara jenis balok dalam satu proyek. Hal ini terjadi karena untuk setiap proyek metode pelaksanaan yang diterapkan tentu

berbeda seperti tingkat ketelitian, pengawasan, mutu bahan yang dipakai dan yang lainnya. Sehingga, hasil yang didapatkanpun akan berbeda pula untuk setiap proyek.

### 5.2 Nilai Faktor Reduksi Kekuatan Pada Gaya Geser Balok

Tabel 5 Rekap nilai  $\phi$  gaya geser balok pada proyek A

Jenis Balok		B3	B4	B5	BA1	BA2	BA3
Phi geser	Dia. Tumpuan	0,531637	0,469691	0,486386	0,516559	0,472519	0,66059
	Terukur Lapangan	0,803901	0,776956	0,716991	0,789116	0,745804	0,823937
	Dia. Tumpuan	0,494929	0,435476	0,452624	0,480591	0,439814	0,592234
	Terhitung Lapangan	0,761314	0,739968	0,670647	0,742589	0,692694	0,773005

Tabel 6 Rekap nilai  $\phi$  gaya geser balok pada proyek B

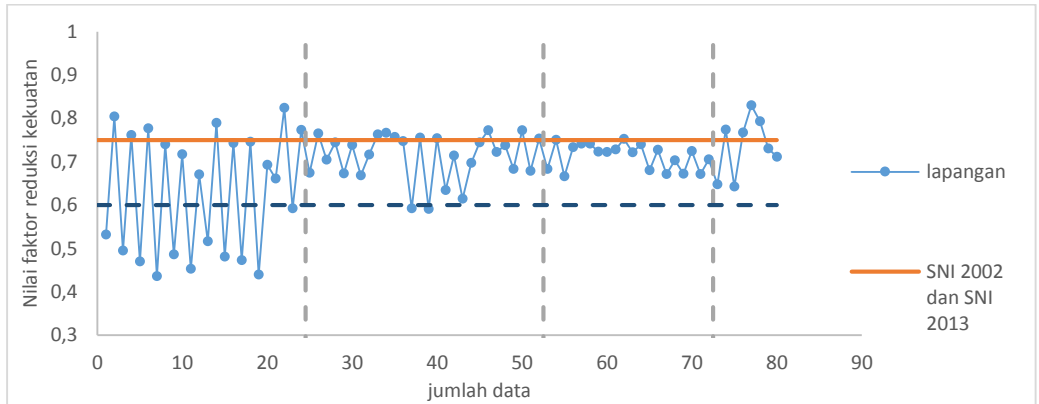
Jenis Balok		B2	B5	B6	B13	B14	B19	B20
Phi geser	Dia. Tumpuan	0,67457	0,6731	0,7628	0,59259	0,63423	0,74437	0,68312
	Terukur Lapangan	0,76465	0,7382	0,7666	0,75568	0,71371	0,77253	0,77239
	Dia. Tumpuan	0,70439	0,6681	0,7571	0,59091	0,61453	0,72186	0,67844
	Terhitung Lapangan	0,74411	0,7161	0,7473	0,75364	0,69744	0,73787	0,75332

Tabel 7 Rekap nilai  $\phi$  gaya geser balok pada proyek C

Jenis balok		G1	G2	G3	B1	B2
Phi geser	Dia. Tumpuan	0,68292	0,7417	0,7281	0,68033	0,6723
	Terukur Lapangan	0,75036	0,7411	0,7524	0,72751	0,72403
	Dia. Tumpuan	0,66586	0,723	0,7211	0,67112	0,67144
	Terhitung Lapangan	0,73294	0,7224	0,7402	0,70316	0,70551

Tabel 8 Rekap nilai  $\phi$  gaya geser balok pada proyek D

Jenis balok		B1	B2	
Phi geser	Dia. Terukur	Tumpuan	0,64758	0,8299
		Lapangan	0,77396	0,7929
	Dia. Terhitung	Tumpuan	0,64238	0,7303
		Lapangan	0,76734	0,7113



Gambar 3.  $\phi$  gaya geser balok dari keempat proyek

Berdasarkan Gambar 3, untuk nilai faktor reduksi kekuatan gaya geser balok hanya ada beberapa jenis balok dari keempat proyek yang diteliti berada diatas standar SNI. Hal ini disebabkan karena nilai kekuatan gaya geser dipengaruhi oleh jarak sengkang tulangan, sebagian besar data jarak sengkang di lapangan tidak seragam hal inilah yang menyebabkan turunnya nilai faktor reduksi kekuatan. Jika

diamati dilapangan untuk mendapatkan jarak sengkang yang seragam sesuai yang direncanakan cukup sulit, karena pemasangan tulangan sengkang yang sembarangan dan hanya memperkira-kirakan jarak untuk memasangnya.

### 5.3 Nilai Faktor Reduksi Kekuatan Pada Gaya Aksial Kolom

Tabel 9 Rekap nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada proyek A

Jenis Kolom		K1	K2	K3	K4
Phi	Dia. Terukur	0,881817	0,874635	0,877213	0,882994
Aksial	Dia. Terhitung	0,888692	0,879429	0,881416	0,890449

Tabel 10 Rekap nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada proyek B

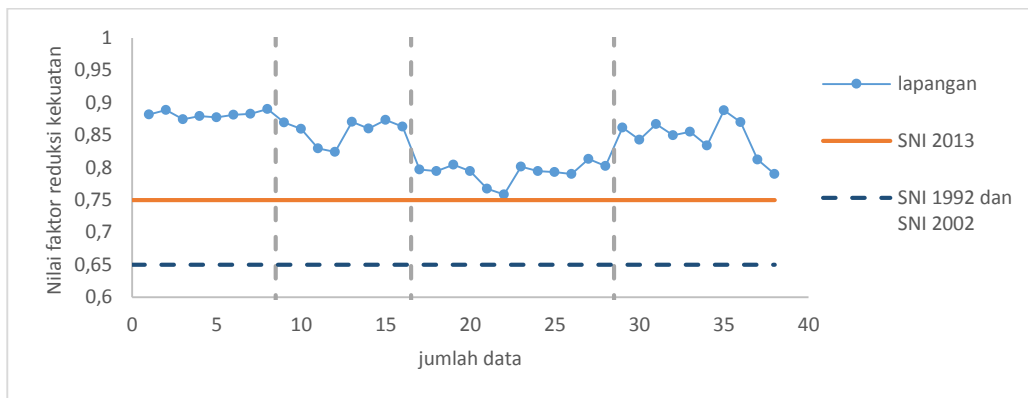
Jenis Kolom		K1	K2	K3	K4
Phi	Dia. Terukur	0,869436	0,82943	0,8703	0,8733
Aksial	Dia. Terhitung	0,859747	0,82384	0,8601	0,8628

Tabel 11 Rekap nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada proyek C

Jenis Kolom		A1	A2	A3	B1	B2	B3
Phi	Dia. Terukur	0,796812	0,80437	0,7672	0,8012	0,79281	0,81321
Aksial	Dia. Terhitung	0,794324	0,79452	0,7583	0,7943	0,79007	0,80241

Tabel 12 Rekap nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada proyek D

Jenis Kolom		K1	K2	K3	K4	K8
Phi	Dia. Terukur	0,861564	0,86707	0,855	0,8882	0,81215
Aksial	Dia. Terhitung	0,843055	0,84959	0,8339	0,8701	0,79



Gambar 4.  $\phi$  gaya aksial kolom dari keempat proyek

Berdasarkan Gambar 4 untuk nilai faktor reduksi kekuatan gaya aksial kolom menghasilkan nilai yang cukup bagus, dapat dilihat pada gambar 5.48 bahwa nilai faktor reduksi kolom pada proyek C menurun dibandingkan dengan proyek lainnya. Hal ini dikarenakan untuk proyek C nilai mutu baja yang ada di lapangan lebih rendah dari yang telah direncanakan, akibatnya nilai kekuatan gaya aksial kolom menjadi menurun dan berakibat pada menurunnya nilai faktor reduksi kekuatan. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa mutu bahan yaitu mutu baja sangat berpengaruh dalam menentukan kualitas kekuatan dalam suatu proyek, jika diamati akibat mutu baja yang rendah maka akan berdampak buruk pada keseluruhan suatu proyek.

#### 5.4 Nilai Faktor Reduksi Kekuatan Pada Momen Lentur Pelat

Tabel 13 Rekap nilai  $\phi$  momen lentur pelat pada proyek A

Jenis pelat		A	B
Tumpuan	arah x	1,070402	0,949361
	arah y	1,044607	1,031833
Lapangan	arah x	0,941716	1,027836

arah y 1,075824 1,079772

Tabel 14 Rekap nilai  $\phi$  momen lentur pelat pada proyek B

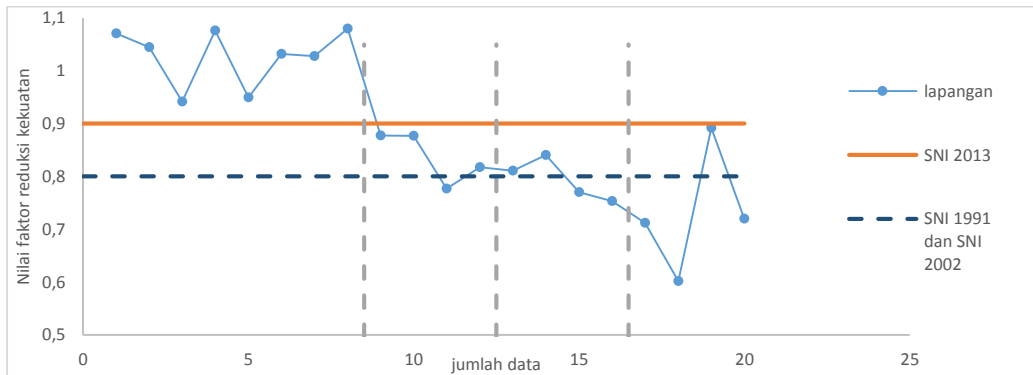
Jenis pelat	PL
Tumpuan	arah x 0,877098
	arah y 0,876717
Lapangan	arah x 0,776907
	arah y 0,817514

Tabel 15 Rekap nilai  $\phi$  momen lentur pelat pada proyek C

Jenis pelat	PL
Tumpuan	arah x 0,810453
	arah y 0,840142
Lapangan	arah x 0,769942
	arah y 0,753266

Tabel 16 Rekap nilai  $\phi$  momen lentur pelat pada proyek D

Jenis pelat	PL
Tumpuan	arah x 0,71183
	arah y 0,601631
Lapangan	arah x 0,892089
	arah y 0,719715



Gambar 5.  $\phi$  momen lentur pelat dari keempat proyek

Berdasarkan gambar 5 untuk nilai faktor reduksi kekuatan momen lentur pelat hanya ada satu proyek yang memenuhi syarat standar SNI, sedangkan ketiga proyek lainnya tidak ada satupun yang berada diatas standar SNI. Sama seperti geser balok, hal ini dikarenakan kekuatan momen lentur pelat dipengaruhi oleh jarak tulangan sehingga untuk mendapatkan nilai yang baik cukup sulit. Pemasangan tulangan pada pelat tidak sebaik yang direncanakan karena pemasangannya yang hanya mengira-ngira jarak yang telah direncanakan untuk meletakkan tulangan.

## VI. Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap nilai faktor reduksi kekuatan pada keempat proyek di Yogyakarta, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil nilai faktor reduksi kekuatan di lapangan pada Proyek A didapatkan:
  - a. Nilai  $\phi$  momen lentur balok terendah sebesar 0,8826 dan terbesar 1,0440, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,97716, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek A sangat bagus.
  - b. Nilai  $\phi$  gaya geser balok terendah sebesar 0,4355 dan terbesar 0,8239, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,6279, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya geser balok pada Proyek A tidak memenuhi standar.

- c. Nilai  $\phi$  gaya aksial kolom terendah sebesar 0,8746 dan terbesar 0,8904, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,8821, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada Proyek A sudah memenuhi standar.
  - d. Nilai  $\phi$  momen lentur pelat terendah sebesar 0,9417 dan terbesar 1,0797, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 1,0277, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek A sangat bagus.
2. Berdasarkan hasil nilai faktor reduksi kekuatan di lapangan pada Proyek B didapatkan:
    - a. Nilai  $\phi$  momen lentur balok terendah sebesar 0,7152 dan terbesar 0,9762, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,8496, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek B tidak memenuhi standar.
    - b. Nilai  $\phi$  gaya geser balok terendah sebesar 0,5909 dan terbesar 0,7725, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,7119, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya geser balok pada Proyek B tidak memenuhi standar.
    - c. Nilai  $\phi$  gaya aksial kolom terendah sebesar 0,8238 dan terbesar 0,8733, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,8561, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada Proyek B sudah memenuhi standar.
    - d. Nilai  $\phi$  momen lentur pelat terendah sebesar 0,7769 dan terbesar 0,8771, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,8371,



- dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek B tidak memenuhi standar.
3. Berdasarkan hasil nilai faktor reduksi kekuatan di lapangan pada Proyek C didapatkan:
    - a. Nilai  $\phi$  momen lentur balok terendah sebesar 0,8279 dan terbesar 1,0190, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,9239, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek C memenuhi standar
    - b. Nilai  $\phi$  gaya geser balok terendah sebesar 0,6658 dan terbesar 0,7524, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,7128, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya geser balok pada Proyek C tidak memenuhi standar.
    - c. Nilai  $\phi$  gaya aksial kolom terendah sebesar 0,7583 dan terbesar 0,8132, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,7925, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada Proyek C memenuhi standar.
    - d. Nilai  $\phi$  momen lentur pelat terendah sebesar 0,7533 dan terbesar 0,8401, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,7935, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek C tidak memenuhi standar.
  4. Berdasarkan hasil nilai faktor reduksi kekuatan di lapangan pada Proyek D didapatkan:
    - a. Nilai  $\phi$  momen lentur balok terendah sebesar 0,7886 dan terbesar 0,9793, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,9023, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek D memenuhi standar
    - b. Nilai  $\phi$  gaya geser balok terendah sebesar 0,6424 dan terbesar 0,8299, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,7369, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya geser balok pada Proyek D tidak memenuhi standar.
    - c. Nilai  $\phi$  gaya aksial kolom terendah sebesar 0,7899 dan terbesar 0,8881, dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,8470, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  gaya aksial kolom pada Proyek D memenuhi standar.
    - d. Nilai  $\phi$  momen lentur pelat terendah sebesar 0,6016 dan terbesar 0,8921,

dengan rata-rata nilai  $\phi$  sebesar 0,7313, dari hasil tersebut dapat dikatakan nilai  $\phi$  momen lentur balok pada Proyek D tidak memenuhi standar.

## 6.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai nilai faktor reduksi kekuatan, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Penelitian faktor reduksi kekuatan dapat diteliti pada bagian komponen struktur yang lain seperti, geser kolom, beam colom joint, pilecap, dan lainnya.
2. Lokasi penelitian dapat dilakukan di kota lain, yang mungkin perbedaan lokasi akan menghasilkan nilai faktor reduksi kekuatan yang berbeda pula.
3. Jumlah proyek yang diteliti lebih banyak atau berada pada satu proyek tetapi dilakukan dengan sangat teliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gurki, J.T. Sembiring, (2002), *Beton Bertulang*, Rekayasa Sains, Bandung.
- Hermayani, Kadek Diana, (2005), *Studi Perbandingan Faktor Reduksi ( $\phi$ ) dari Tahanan Global dengan Faktor Reduksi Parsial Material Pada Kasus Beton Bertulang dengan Metode LFRD*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar.
- Ismail dan Agus, (2001), *Faktor Reduksi Kekuatan Pada Komponen Bertulang Struktur Beton Bertulang*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kusdiono, (1995), *Matematika Universitas*, Citra Pindo, Bandung.
- Mac Gregor, J. G, (1976), *Safety and Limit State Design for Reinforced Concrete*, Department of Civil Engineering University of Alberta, Edmonton, Alta Canada.
- Rasidi, Nawi, (2005), *Studi Eksperimental Perbandingan Nilai Faktor Reduksi Kekuatan Profil Baja Tabung Kotak di*



Indonesia, Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Malang, Malang.

Patria, Rizaldi, (2010), *Perbandingan nilai faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) berdasarkan tingkat klasifikasi kontraktor*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Purwono, Rahmat, (1989), *Pembahasan Konsep Angka Keamanan dalam Konsep Pedoman Beton 1989, Makalah Seminar Nasional Konsep Pedoman Beton 1989*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Prakoso, Raditya Adi, (2010), *Studi Pengaruh Eksentrisitas Terhadap Faktor Reduksi Kekuatan Pada Kolom Beton Bertulang Bujursangkar dengan Menggunakan Program Visual Basic 6.0*.

Santoso, Singgih, (2000), *Buku Pelatihan SPSS Statistik Parametrik*, Gramedia, Jakarta.

Subagyo, Pangestu, (1989), *Statistik Deskriptif*, BPFE, Yogyakarta.

Supranto, J, (2008), *Statistik Teori dan Aplikasi*, Erlangga, Jakarta.

Walpole, Ronald E, (1986), *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Whitmore, Neter, Wasserman, (1993), *Applied Statistics-4 Ed. A Division of Simon & Schuster Inc, USA*.

Widodo, 2015, *Desain Portal Beton Tahan Gempa*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.