

Studi komparasi hasil desain gedung A rumah sakit universitas muhammadiyah semarang

Muhamad Jaisa Maulana¹, Anggit Mas Arifudin², dan Fahrizal Musthofa Achyar¹

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Article Info

Available online

Keywords:

Redesign
Structural stability coefficient
Bore pile
Efficiency

Abstract

The development of higher education in Semarang City has made Muhammadiyah Semarang University (UNIMUS) strive to continue to improve the quality and quantity of facilities and infrastructure to support lecture activities. The construction project of the University Hospital of Muhammadiyah Semarang is located on Jalan Kedungmundu Raya 18, Kedungmundu, Tembalang, Semarang City. Building A has shearwall on the emergency stairs and elevator and has large columns of 70 x 90 cm and 70 x 70 cm so that the building is too rigid and inefficient.

The structural redesign of Building A of the University Hospital of Muhammadiyah Semarang which consists of 10 floors with an open frame structure. The main focus of this planning is to reduce column dimensions so that they are more efficient and less rigid but still within safe limits according to applicable requirements. The method used in this research is to model the upper and lower structures of Building A of UNIMUS Hospital using a conventional plate structure model. Calculation of loading analysis using SAP2000 application.

The results of the changes in the dimensions of the columns that are minimized affect the stability coefficient of the structure. Structural responses in the form of base shear, lateral displacement, and story drift, from the results of re-planning and existing show safe limits. Some bore pile dimensions have not changed but the reinforcement used is heavier than the existing and some have changed, the size is smaller, and the reinforcement used is heavier than the existing. The existing RAB amounted to Rp18,841,631,615 while the re-planning RAB amounted to Rp17,306,609,399, the difference was Rp.1,535,022,215 and obtained an efficiency of 8.4170%.

Corresponding Author:

Muhamad Jaisa Maulana
19511151@alumni.uii.ac.id

Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved.

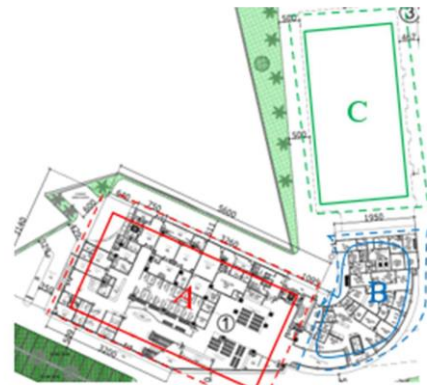
Pendahuluan

Semakin berkembangnya pendidikan jenjang perguruan tinggi di Kota Semarang membuat Universitas Muhammadiyah Semarang

(UNIMUS) berupaya untuk terus meningkatkan kualitas dan kuantitas sarana maupun prasarana sebagai penunjang agenda perkuliahan. Proyek pembangunan Rumah

Sakit Universitas Muhammadiyah Semarang yang berada di Jalan Kedungmundu Raya 18, Kedungmundu, Tembalang, Kota Semarang terdiri dari 3 gedung, salah satunya gedung A. Gedung A terdapat shearwall pada lift dan tangga darurat, walaupun sudah terdapat shearwall tetapi kolom interior yang dipakai masih memiliki dimensi yang besar yaitu berdimensi 70 x 90 cm, dan 70 x 70 cm sehingga gedung terlalu kaku dan tidak efisien.

Perencanaan ulang struktur Gedung A Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Semarang yang terdiri dari 10 lantai dengan struktur rangka terbuka (open frame). Penelitian mengenai perencanaan ulang gedung pernah dilakukan oleh Sutriyono dkk (2018), Galang dkk (2019), Arif dkk (2021), Arif dkk (2021). Pada penelitian ini berfokus untuk membandingkan perilaku struktur gedung existing dengan hasil desain ulang, termasuk struktur bore pile dan total harga. Peraturan yang dipakai dalam perencanaan ini yaitu SNI 03-1727-2020 tentang Tata Cara Perencanaan Pembebanan Rumah dan Gedung, SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 03-2847-2019 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, dan SNI 03-8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Perhitungan analisis pembebanan menggunakan aplikasi SAP2000. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kestabilan struktur antara existing dengan hasil desain ulang yang dikurangi dimensi kolomnya, mengetahui efisiensi pondasi bore pile terhadap dimensi kolom yang dikurangi, dan mengetahui perbandingan RAB existing dengan RAB yang didapatkan dari pengurangan dimensi kolom dan bore pile. Gambar lokasi proyek pembangunan RS UNIMUS dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi Pembangunan RS UNIMUS

(Sumber: PT. Medisain Dadi Sempurna)

Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan membuat model struktur atas dan bawah Gedung A RS UNIMUS dengan menggunakan model struktur pelat konvensional (pelat-balok).

1. Perencanaan bore pile, kolom, balok, pelat lantai, dan pelat atap menggunakan mutu beton dengan kuat tekan rencana ($f'c$) sebesar 25 MPa.
2. Kuat tarik leleh baja tulangan sirip untuk diameter > 12 mm dengan tegangan leleh (f_y) sebesar 420 MPa sedangkan baja tulangan polos untuk diameter ≤ 12 mm dengan tegangan leleh (f_y) sebesar 240 MPa.

Tabel 1. Beban Mati dan Beban Tambahan yang Digunakan

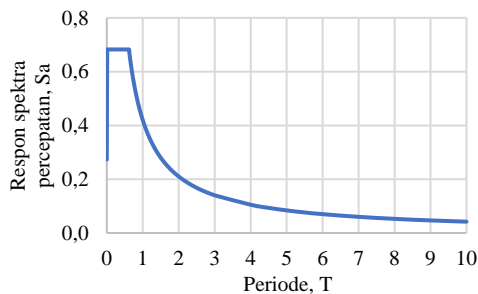
Keterangan	Berat	Satuan
Bahan Bangunan		
Beton Bertulang	2400	kg/m ³
Baja	7850	kg/m ³
Pasir	1800	kg/m ³
Spesi dari semen	2000	kg/m ³
Komponen Gedung		
Tegel/keramik	17,5	kg/m ²
Plafond	24	kg/m ²
Instalasi listrik dan plumbing	15	kg/m ²
Lapisan kedap air	1900	kg/m ³

3. Beban hidup ditetapkan sebesar 2,87 kN/m² untuk pelat lantai dan sebesar 0,96 kN/m² untuk pelat atap.
4. Gedung yang akan dianalisis memiliki data teknis sebagai berikut.
 - a. Jenis bangunan : Gedung bertingkat
 - b. Fungsi bangunan : Rumah Sakit
 - c. Lokasi : Semarang
 - d. Tinggi : 40 meter
 - e. Jumlah lantai : 10 lantai
 - f. Mutu beton (f'c) : 25 MPa, untuk bore pile, kolom, balok, dan pelat.
 - g. Mutu baja (fy) : 240 MPa, untuk tulangan dengan diameter di bawah 12 mm dan 420 Mpa untuk tulangan dengan diameter lebih dari atau sama dengan 12 mm.

Analisis dan Pembahasan

Beban Gempa

Selain beban hidup dan beban mati, sebuah gedung tingkat tinggi harus memperhatikan beban gempa. Beban gempa disesuaikan dengan lokasi bangunan yang akan dibangun. Pembebanan gempa diatur dalam SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Rumah sakit akan dibangun di Kota Semarang, Jawa Tengah. Jenis tanah tempat pembangunan tergolong jenis tanah sedang (SD) berikut merupakan grafik respon spektrum gempa dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Respon Spektrum Gempa

Pengecekan Koefisien Stabilitas Struktur

Pengecekan Simpangan Antar Lantai

Berikut merupakan tabel dan grafik pengecekan simpangan antar lantai arah X yang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengecekan Simpangan Antar Lantai Arah X

Lantai	Hsx (mm)	U1 (mm)	δx (mm)	Δ (mm)	Δmax (mm)
Pondasi	0	0,0000	0,0000	0,0000	32,3077
1	4200	1,9220	7,0473	7,0473	32,3077
2	4200	6,1000	22,3667	15,3193	32,3077
3	4200	11,4360	41,9320	19,5653	32,3077
4	4200	17,1380	62,8393	20,9073	32,3077
5	5000	25,1450	92,1983	29,3590	38,4615
6	4200	31,9900	117,2967	25,0983	32,3077
7	4200	38,7410	142,0503	24,7537	32,3077
8	4200	45,2420	165,8873	23,8370	32,3077
9	4200	51,4920	188,8040	22,9167	32,3077
Atap	1400	52,8530	193,7943	4,9903	10,7692

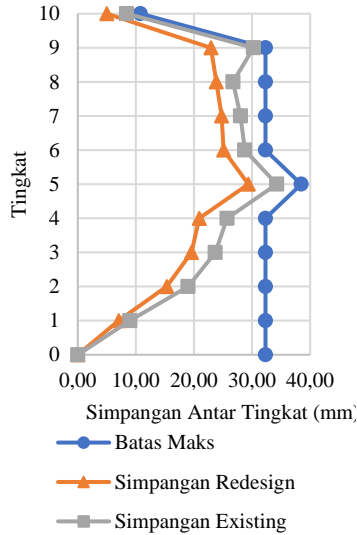
Berikut merupakan tabel hasil perhitungan simpangan antar lantai arah X gedung existing yang dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Simpangan Antar Lantai Arah X Gedung Existing

Lantai	Hsx (mm)	U1 (mm)	δx (mm)	Δ (mm)	Δmax (mm)
Pondasi	0	0,0000	0,0000	0,0000	32,3077
1	4200	2,2010	8,0703	8,0703	32,3077
2	4200	6,8480	25,1093	17,0390	32,3077
3	4200	12,5450	45,9983	20,8890	32,3077
4	4200	18,8940	69,2780	23,2797	32,3077
5	5000	27,3570	100,3090	31,0310	38,4615
6	4200	34,5000	126,5000	26,1910	32,3077
7	4200	41,4780	152,0860	25,5860	32,3077
8	4200	48,1380	176,5060	24,4200	32,3077
9	4200	55,6460	204,0353	27,5293	32,3077
10	1400	63,751	233,754	8,415	10,7692

Simpangan antar lantai arah X sesuai dengan batas yang ditentukan oleh SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan

Nongedung. Perbandingan simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah X

Berikut merupakan tabel pengecekan simpangan antar lantai arah y yang dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Pengecekan Simpangan Antar Lantai Arah Y

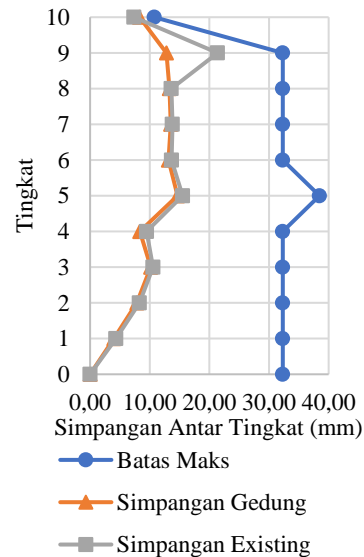
Lantai	Hsx (mm)	U2 (mm)	δx (mm)	Δ (mm)	Δ_{max} (mm)
Pondasi	0	0,0000	0,0000	0,0000	32,308
1	4200	1,0870	3,9857	3,9857	32,308
2	4200	3,2260	11,8287	7,8430	32,308
3	4200	5,9990	21,9963	10,1677	32,308
4	4200	8,2730	30,3343	8,3380	32,308
5	5000	12,2720	44,9973	14,6630	38,462
6	4200	15,8580	58,1460	13,1487	32,308
7	4200	19,5450	71,6650	13,5190	32,308
8	4200	23,1720	84,9640	13,2990	32,308
9	4200	26,6660	97,7753	12,8113	32,308
Atap	1400	28,9240	106,0547	8,2793	10,770

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan simpangan antar lantai arah Y gedung existing yang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Simpangan Antar Lantai Arah Y Gedung Existing

Lantai	Hsx (mm)	U1 (mm)	δx (mm)	Δ (mm)	Δ_{max} (mm)
Pondasi	0	0	0	0	32,308
1	4200	1,1850	4,3450	4,345	32,308
2	4200	3,4440	12,6280	8,283	32,308
3	4200	6,3220	23,1807	10,553	32,308
4	4200	8,9070	32,6590	9,478	32,308
5	5000	13,140	48,1800	15,521	38,462
6	4200	16,867	61,8457	13,666	32,308
7	4200	20,634	75,6580	13,812	32,308
8	4200	24,349	89,2797	13,622	32,308
9	4200	30,182	110,667	21,387	32,308
Atap	1400	32,192	118,037	7,3700	10,770

Simpangan antar lantai arah Y sesuai dengan batas yang ditentukan oleh SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Perbandingan simpangan antar lantai dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah Y

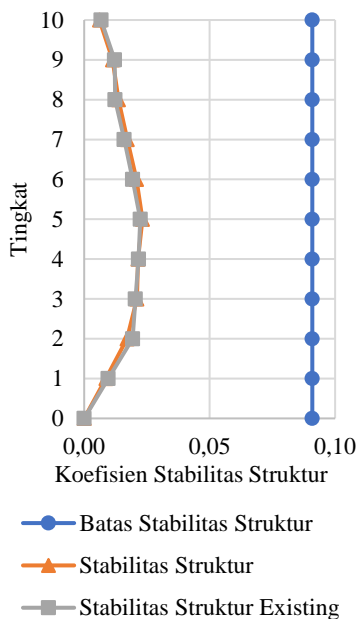
Pengecekan Stabilitas Struktur

Hasil dari perbandingan nilai koefisien stabilitas struktur arah x dan y dapat dilihat

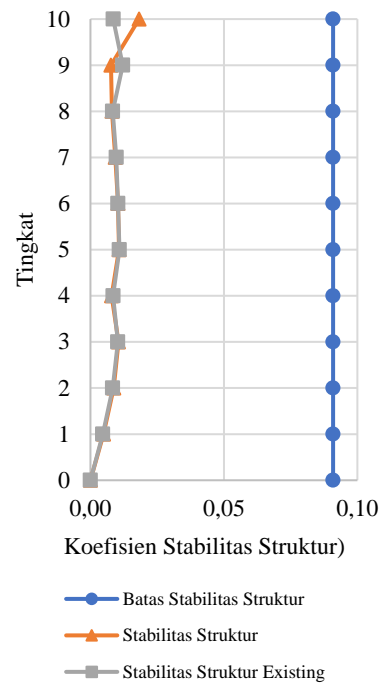
pada Tabel 6, Gambar 5 dan 6 yang disajikan di bawah ini

Tabel 6. Perbandingan Koefisien Stabilitas Struktur

Lantai	θX Existing	θX Redesign	θY Existing	θY Redesign	θ max
Pondasi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,091
1	0,0096	0,0087	0,0046	0,0049	0,091
2	0,0193	0,0171	0,0083	0,0087	0,091
3	0,0204	0,0210	0,0103	0,0105	0,091
4	0,0217	0,0215	0,0085	0,0079	0,091
5	0,0224	0,0232	0,0109	0,0107	0,091
6	0,0193	0,0208	0,0103	0,0103	0,091
7	0,0160	0,0172	0,0097	0,0093	0,091
8	0,0123	0,0136	0,0083	0,0081	0,091
9	0,0121	0,0113	0,0121	0,0077	0,091
Atap	0,0067	0,0061	0,0085	0,0182	0,091



Gambar 5. Perbandingan Koefisien Stabilitas Struktur Arah X

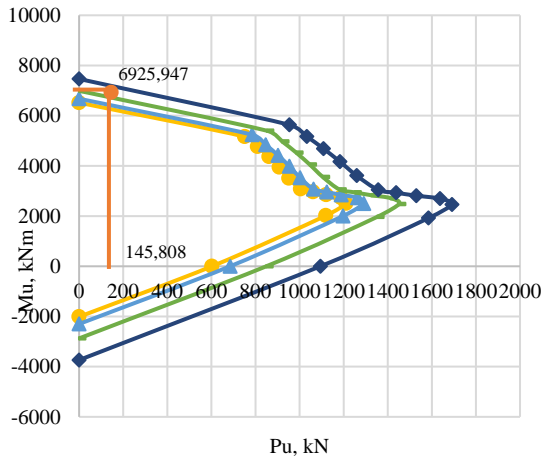


Gambar 6. Perbandingan Koefisien Stabilitas Struktur Arah Y

Dari data di atas didapatkan bahwa koefisien stabilitas struktur antara perencanaan ulang dengan existing masuk menunjukkan batas aman sedangkan perbandingan koefisien kestabilan struktur antara perencanaan ulang dengan existing tidak selalu lebih besar. Seperti yang terlihat di lantai 1 θX existing sebesar 0,0096 lebih besar dari θX perencanaan ulang sebesar 0,0087 sedangkan untuk θY existing sebesar 0,0046 kurang dari θY perencanaan ulang sebesar 0,0049.

Desain Kolom

Jumlah tulangan lentur pakai kolom ditentukan berdasarkan diagram Mu-Pu yang telah dibuat pada tugas sebelumnya. Pada contoh kali ini saya menggunakan Kolom K1 arah x. Berikut merupakan Grafik Mu-Pu Kolom K1 arah x yang diinput dengan data Pu dan Mu (berupa titik) kolom K1 arah x yang didapat dari SAP2000.



Gambar 7. Diagram Interaksi Mu – Pu Kolom K1 Arah X

Rekapitulasi hasil desain tulangan lentur kolom pakai serta desain kolom *existing* dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8 di bawah dan di samping.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Desain Kolom

Kode Kolom	Dimensi		Tulangan Pakai (1 Sisi)	
	H	B	Arah X	Arah Y
K0	800	700	5	5
K1	700	700	13	13
K1A	600	600	6	6
K2	600	600	14	14
K2A	600	600	4	4
K2B	500	500	5	5
K3	400	400	5	6

Tabel 8. Desain Kolom *Existing*

Kode Kolom	Dimensi		Tulangan Pakai (1 Sisi)	
	H	B	Arah X	Arah Y
K0	900	700	9	6
K1	700	700	6	6
K2	600	600	6	6
K3	500	500	5	5
K4	400	300	4	3

Adapun rekapitulasi tulangan BCJ dan tulangan geser kolom dan tulangan geser kolom *existing* dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10 di bawah ini.

Tabel 9. Rekapitulasi Tulangan BCJ dan Tulangan Geser Kolom

Kode Kolom	Sendi Plastis	Luar Sendi Plastis	BCJ
K0	5D13-100	D13-100	5D13-100
K1	3D13-100	D13-100	3D13-100
K1A	3D13-100	D13-100	3D13-100
K2	3D13-100	D13-100	3D13-100
K2A	3D13-100	D13-100	3D13-100
K2B	3D13-100	D13-100	3D13-100
K3	4D13-100	D13-100	3D13-100

Tabel 10. Tulangan Geser Kolom *Existing*

Tipe	Daerah Sendi Plastis	Daerah Luar Sendi Plastis
K0	5D13-100	5D13-150
K1	4D13-100	4D13-150
K2	4D13-100	4D13-100
K3	3D10-100	3D10-125
K4	3D10-100	3D13-125

Kolom hasil perencanaan ulang disini dibagi menjadi 2. Seperti kolom K1 untuk lantai 1-4 dan K1A untuk lantai 5-10 yang letaknya sama dengan kolom K1. Ukuran kolom dapat diperkecil lagi tetapi akan menambah jumlah tulangan dan rasio tulangan akan menjadi besar dikarenakan penampang kolom yang dikurangi. Metode desain tulangan kolom didesain hanya untuk satu sisi saja sehingga tulangan akan lebih banyak dibandingkan dengan metode desain tulangan dua sisi. Tulangan geser pada perencanaan ulang juga memperhatikan sambungan antara balok dan kolom sedangkan untuk *existing* hanya pada bagian Sendi plastis (Tumpuan) dan Luar sendi plastis (Lapangan).

Adapun hasil dari perhitungan bore pile dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12 berikut.

Tabel 11. Rekapitulasi Desain Pondasi Bore Pile

Pondasi	Diameter (m)	Tul. Pokok	Tul. Sengkang
P1	0,4	4D25	D13-100
P2A	0,6	9D25	D13-100
P2B	0,6	9D25	D13-100
P4A	0,7	12D25	D13-100
P4B	0,7	12D25	D13-100
P8	0,7	12D25	D13-100

Tabel 12. Desain Pondasi Bore Pile Existing

Ukuran Bore Pile (mm)	Tulangan Pokok	Tulangan Sengkang
600	10D19	D10-200

Dimensi *bore pile* ada yang tidak terjadi perubahan tetapi tulangan yang digunakan lebih berat dibandingkan dengan *existing* dan ada yang mengalami perubahan, ukurannya lebih kecil dan untuk tulangan yang dipakai lebih berat dibandingkan dengan *existing*. Seperti halnya pada *bore pile* dengan dimensi 0,6m untuk *bore pile existing* menggunakan tulangan 10D19 sedangkan untuk *bore pile* perencanaan ulang menggunakan 9D25 yang menunjukkan dimensi ukuran sama besar tetapi tulangan pada perencanaan ulang yang dipakai lebih berat dibandingkan *existing*.

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah banyaknya biaya yang dibutuhkan baik upah maupun bahan dalam sebuah pekerjaan konstruksi. Perhitungan RAB dapat mengurangi pembengkakan biaya maupun tenaga sehingga kita bisa mendapatkan hasil yang maksimal dengan biaya yang efisien. Menentukan harga material dan upah pekerja menggunakan standar harga satuan pekerjaan bahan dan upah pekerjaan konstruksi Kabupaten Semarang tahun 2020. Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan RAB Struktur dan RAB *existing*.

Tabel 13. Rekapitulasi RAB Struktur

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Jumlah Harga
1	Beton Bore Pile	739,0911 m ³	Rp 1.053.712.254
	Tulangan BP	84168,7 kg	Rp 1.312.298.611
	Sengkang	34556,912 kg	Rp 299.307.440
2	Beton Pile Cap	509,8350 m ³	Rp 726.864.924
	Tulangan D25	101470,26 kg	Rp 1.582.051.548
	Tulangan D32	109634,988 kg	Rp 1.962.607.714
	Susut	8432,804 kg	Rp 109.471.710
3	Beton Kolom	515,282 m ³	Rp 734.630.638
	Tulangan Kolom	112446,1280 kg	Rp 1.493.429.635
	Sengkang	57044,0416 kg	Rp 494.074.987
4	Beton Balok	1038,9642 m ³	Rp 1.481.237.258
	Tulangan Balok	171155,436 kg	Rp 2.273.164.978
	Susut	13670,5920 kg	Rp 114.308.706
	Sengkang	65412,4623 kg	Rp 566.556.306
5	Beton Plat	1098,1091 m ³	Rp 1.565.559.446
	Tulangan Plat	177494,7200 kg	Rp 1.537.333.243
	Total Harga		Rp 17.306.609.399

Tabel 14. RAB Existing

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Jumlah Harga
1	Beton Bore Pile	1059,562m ³	Rp 1.262.343.414
	Pembesian	133432,49 kg	Rp 2.131.583.964
2	Beton Pile Cap	264,816 m ³	Rp 291.124.286
	Pembesian	32446,89 kg	Rp 518.339.075
3	Beton Kolom	653,402 m ³	Rp 718.314.567
	Tulangan Kolom	214974,07 kg	Rp 3.434.210.779
4	Beton Balok	1204,634 m ³	Rp 1.324.308.576
	Tulangan Balok	302473,01 kg	Rp 4.832.006.188
5	Beton Plat	1035,224 m ³	Rp 1.138.068.326
	Tulangan Plat	199770,42 kg	Rp 3.191.332.438
	Total Harga		Rp18.841.631.615

RAB *existing* sebesar Rp18.841.631.615 sedangkan untuk RAB perencanaan ulang sebesar Rp17.306.609.399, selisihnya sebesar Rp1.535.022.215 dan mendapatkan efisiensi sebesar 8,4170%.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berikut merupakan beberapa poin yang dapat disimpulkan dari penelitian ini.

1. Perubahan dimensi kolom yang dicecilkan memengaruhi koefisien kestabilan struktur. Respon struktur berupa gaya geser dasar (base shear), lateral displacement, dan story drift, dari hasil perencanaan ulang dan existing menunjukkan batas aman sedangkan perbandingan koefisien kestabilan struktur antara perencanaan ulang dengan existing tidak selalu lebih besar.
2. Dimensi bore pile ada yang tidak terjadi perubahan tetapi tulangan yang digunakan lebih berat dibandingkan dengan existing dan ada yang mengalami perubahan, ukurannya lebih kecil dan untuk tulangan yang dipakai lebih berat dibandingkan dengan existing.
3. nilai RAB *existing* dengan RAB perencanaan ulang didapatkan hasil lebih tinggi RAB *Existing* sebesar 8,4170%.

Saran

1. Mendesain ulang shearwall karena masih bisa dibuat lebih efisien dengan tetap mempertimbangkan keamanan.
2. Hasil RAB bisa lebih efisien jika kolom didesain perantai karena dimensi dan tulangan yang dipakai akan lebih optimal.
3. Mempertimbangkan berat air dan angin.

Daftar Pustaka

- Ariadi, Agus. Eka Purnamasari., dan Fathurrahman., 2021, *Perencanaan Ulang Struktur Beton Bertulang Pembangunan Gedung Kantor BKPPD Kabupaten Balangan Menurut SNI 284-2019*, Skripsi Sarjana, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin,
- Badan Standarisasi Nasional, 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 03-8460-2017)*, BSN, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2019. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2019)*, BSN, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, (SNI 03-1726-2019)*, BSN, Jakarta

Badan Standarisasi Nasional, 2020. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Rumah dan Gedung, (SNI 03-1727-2020)*, BSN, Jakarta

Candrasa, Arif Ramadhan. Armin Naibaho., dan Suhariyanto., 2021, *Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung AKR One Signature Gallery Surabaya, Jurnal Online Skripsi*, 2(3), 20-24.

Chopra, A. K., 1995, *Dynamic of Structures Theory and Applications to Earthquake Engineering*, Prentice Hall International, Inc.

Erlangga, M. A. 2017. Pengaruh Variasi Dimensi Kolom Pada Beda Tingkat Terhadap Kurva Kapasitas Struktur Bangunan Menggunakan Analisis Pushover. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Ervianto Wulfram, 2005, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Revisi, Penerbit Andi Yogyakarta.

Jack C. McCormac and Russel H. Brown, 2013, *Design of Reinforced Concrete Ninth Edition*, Wiley, Amerika Serikat.

Kurnia, Galang., dan Putri Ulun Nafi'ah., 2019, *Perencanaan Struktur Gedung Lima (5) Lantai Rumah Susun Lokasi Sumurboto Semarang*, Skripsi Sarjana, Universitas Semarang.

Nugraha, D. F. 2017. Pengaruh Penempatan Dinding Geser Pada Struktur Gedung Bertingkat Simetri Terhadap Kurva Kapasitas dan Simpangan Atap dengan Analisis Pushover. Tugas Akhir.

Universitas Islam
Indonesia. Yogyakarta.

Pawirodikromo, Widodo. 2012. *Seismologi Teknik Rekayasa Kegempaan*. Pusaka Pelajar. Yogyakarta.

Setiawan, A., 2016, *Perancangan Beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2013*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sarwidi, 1991 *Diktat Kuliah Teknik Gempa*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Sutriono, Bantot., Aditya Rizkiardi., dan Moh. Khafidz Amrulloh Ramdani., 2018, *Perencanaan Ulang Gedung Universitas Katolik Darma Cendika (UKDC) Surabaya*, Skripsi Sarjana, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.