

Harga Komponen Kolom Struktural Pada Bangunan Tidak Sederhana Berlantai Enam Di Kabupaten Pidie Jaya

Anni Zahara Putri¹Tripoli² Mubarak³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Dosen, jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia.

Email: annizp22@gmail.com

Abstract

Structure components such as columns are the main components that influence the strength of the building durability. Aceh province is an earthquake-prone area, so that the buildings and infrastructure in this area are potentially to be destroyed both due to imperfect planning and due to poor quality of implementation. Development planning with a strong construction structure requires large costs. The optimal use of costs is highly recommended in a development project. The purpose of this study was to analyze the price changes of the column structure components zone 13 (Pidie Jaya district). The study began with the design of a 6-storey non-simple building with a building area of 2,640 m². Building design in accordance with the plan, will be tested for resistance to earthquake loads using SAP applications. Zones 13 do not have a large spectrum response values so that the results of the total price analysis of the structural components of the column obtained is 1.131.326.234 IDR.

Keyword: Column structure, zone 13 (Pidie Jaya district), response spectrum, components price

Abstrak

Komponen struktur seperti kolom merupakan komponen utama yang berpengaruh terhadap kekuatan daya tahan gedung. Provinsi Aceh merupakan wilayah rawan gempa sehingga mengakibatkan banyak bangunan dan infrastruktur yang hancur baik akibat perencanaan yang kurang sempurna maupun akibat mutu pelaksanaan yang tidak baik. Perencanaan pembangunan dengan struktur konstruksi yang kuat membutuhkan biaya yang besar. Penggunaan biaya seoptimal mungkin sangat dianjurkan dalam suatu proyek pembangunan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan harga komponen struktur kolom pada zona 13 (Kabupaten Pidie Jaya). Penelitian diawali dengan perencanaan desain bangunan tidak sederhana berlantai 6 dengan luas bangunan 2.640 m². Desain bangunan yang sesuai dengan yang direncanakan, akan diuji ketahanannya terhadap beban gempa menggunakan aplikasi SAP. Zona 13 tidak memiliki nilai respon spektrum yang besar sehingga hasil analisis total harga komponen struktural kolom yang didapat adalah Rp 1.131.326.234.

Kata Kunci: Struktur kolom, zona 13 (Kabupaten Pidie Jaya), respons spektrum, harga komponen struktural

1. PENDAHULUAN

Bencana gempa bumi merupakan suatu peristiwa yang tidak bisa kita hindari. Kerusakan infrastruktur yang diakibatkan oleh bencana gempa tersebut juga tidak dapat kita prediksi. Secara geografis, provinsi Aceh terletak pada jalur pertemuan antara lempeng Asia dan Australia. Posisi tersebut merupakan wilayah yang menjadikan Aceh sebagai daerah yang rentan mengalami bencana gempa bumi. Peristiwa tersebut mengakibatkan banyak bangunan yang hancur dan berakibat pada kerugian material dan korban jiwa.

Kehancuran bangunan ini bisa terjadi karena perencanaan yang belum sesuai dengan acuan bangunan tahan gempa di Indonesia maupun karena pelaksanaan pembangunan yang kurang bermutu. Untuk mengurangi risiko bangunan yang hancur, maka perlu direncanakan desain bangunan dengan bentuk simetris baik secara vertikal maupun secara horizontal yang aman terhadap

beban gempa dan dianalisis kembali struktur bangunan baik komponen struktur maupun dimensinya.

Pembangunan gedung dengan struktur tahan gempa, membutuhkan biaya yang besar. Secara umum anggaran yang disediakan untuk sebuah proyek mengacu pada analisis yang dibuat oleh konsultan perencana.

Provinsi Aceh dibagi dalam 8 Zona Gempa yaitu mulai Zona 10 sampai dengan Zona 19. Pada penelitian ini wilayah yang akan ditinjau yaitu zona 13 yang terletak pada Kabupate Pidie Jaya dan Kabupaten Aceh Tengah. Dari kedua kabupaten tersebut hanya zona dengan nilai respons spektrum tertinggi yang akan ditinjau, antara lain pada zona 13 yang terdapat di Kabupaten Pidie Jaya dengan nilai respon spektrum ($SS = 0,921$ dan $S1 = 0,437$).

Permasalahan yang dikaji pada penelitian ini adalah terkait perubahan harga komponen struktural pada tiap zonasi gempa. Secara umum dimensi komponen struktur akan berubah karena perbedaan zonasi gempa. Untuk itu

perlu dikaji bagaimana analisis harga komponen struktural konstruksi gedung berpengaruh terhadap perbedaan zonasi gempa di wilayah Aceh.

Adapun tujuan penelitian berdasarkan permasalahan tersebut adalah mengetahui analisis harga komponen struktur kolom untuk bangunan tahan gempa di Provinsi Aceh khususnya pada zona 13 (Kabupaten Pidie Jaya).

2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Gempa Bumi

Natawidjaja[1] menjelaskan bahwa Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Sumber gempa bumi yang paling umum ada dua, yaitu: (1) pergerakan (*slip*) pada zona patahan aktif yang disebut sebagai gempa tektonik dan (2) pergerakan magma akibat aktifitas gunung api yang disebut sebagai gempa vulkanik.

Menurut Mujahid[2] Gempa bumi adalah getaran yang terjadi pada permukaan bumi. Gempa bumi disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Gempa ini menyebabkan kerusakan yang sangat signifikan pada bangunan, terutama perumahan.

2.2 Zonasi Gempa

Zonasi gempa adalah pembagian wilayah berdasarkan tingkat kerawanan dan intensitas gempa terhadap gempa bumi. Pembagian zonasi gempa ditentukan berdasarkan perbedaan nilai respon spektrum. Terdapat 8 zonasi gempa di Provinsi Aceh, yaitu mulai dari Zona 10 sampai dengan Zona 19.

2.3 Respon Spektrum

Berdasarkan SNI 1726:2012[3] dapat disimpulkan bahwa respons spektrum merupakan parameter percepatan pergerakan tanah saat gempa. Nilai parameter S_s dan S_l mempengaruhi perubahan beban gempa maka dari itu nilai respons spektrum digunakan berdasarkan nilai parameter S_s dan S_l yang tertinggi.

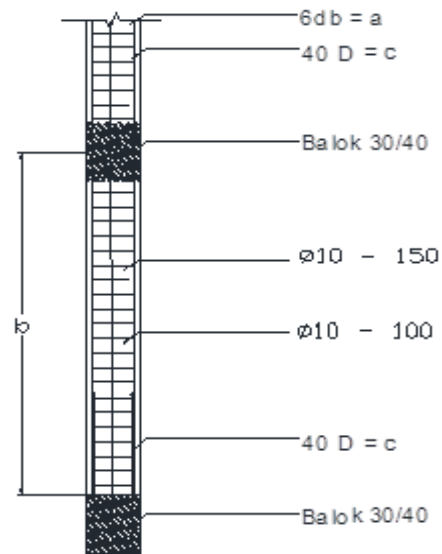
2.4 Klasifikasi Bangunan Tidak Sederhana

Menurut Permen PU No : 45/PRT/M/2007[4] halaman 5 Klasifikasi bangunan tidak sederhana adalah bangunan gedung negara dengan karakter tidak sederhana serta memiliki kompleksitas dan/atau teknologi tidak sederhana. Masa penjaminan kegagalan bangunannya adalah selama paling singkat 10 (sepuluh) tahun.

2.5 Struktur Kolom

Rantung[5] menjelaskan bahwa kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal. Atau dengan kata

lain kolom harus diperhitungkan untuk menyangga beban aksial tekan dengan eksentrisitas tertentu.



Gambar 1. Detail Kolom

2.6 Estimasi Biaya Konstruksi

Definisi estimasi biaya, menurut *National Estimating Society USA*, ialah seni memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Oleh karena itu, estimasi biaya sangat bergantung pada ketersediaan informasi detail mengenai proyek dalam tahapan proyek ketika estimasi tersebut dilakukan berdasarkan Shottlander, dalam Kesturi[6].

2.7 Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko bangunan dan faktor keutamaan gempa telah diatur dalam SNI 1726 : 2012. Kategori risiko bangunan merupakan pengelompokan jenis bangunan berdasarkan jenis pemanfaatannya. Sedangkan faktor keutamaan gempa adalah angka faktor gempa berdasarkan jenis kategori risiko bangunan.

Pada penelitian ini diambil kategori risiko bangunan gedung klasifikasi II dengan nilai faktor keutamaan gempanya adalah 1,00.

2.8 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Dalam perhitungan biaya untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang telah sesuai dengan persyaratan dapat dianalisis dengan metode Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Berdasarkan Permen PUPR No.28/PRT/M/2016[7], Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu.

Harga satuan pekerja (HSP) dihitung berdasarkan perbandingan jumlah total antara harga komponen

struktural bangunan (HKSB) dengan jumlah total luas lantai bangunan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan 1 :

$$HP = \sum(VPi \cdot HSPi) \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan :

- HP = Harga Pekerjaan
- VP = Volume Pekerjaan
- HSP = Harga Satuan Pekerjaan

2.9 Analisis Harga Komponen Struktur Bangunan

Menurut Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016[7], harga komponen struktur bangunan (HKSB) diperoleh dari jumlah total komponen struktur (TKS) kolom terhadap satuan volume beton (m³), tulangan (kg), dan bekisting (m²) dikalikan dengan harga satuan pekerjaan (HSP), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan 2 :

$$HKSB = \sum(TKSi \cdot HSPi) \dots\dots\dots 2)$$

Keterangan:

- HKSB = Harga Komponen Struktural Bangunan
- TKS = Total Komponen Struktural
- HSP = Harga Satuan Pekerjaan

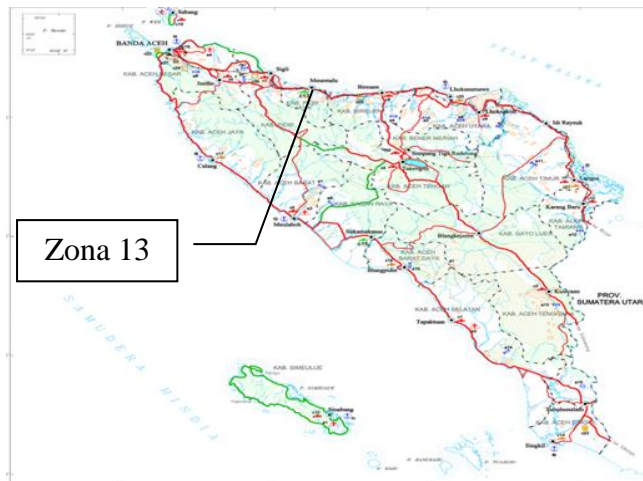
3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara singkat mengenai pengolahan data perilaku struktur bangunan pada wilayah rawan gempa dengan bantuan *software* SAP yang dimana memberi informasi terhadap perubahan harga komponen struktur kolom. Dalam penelitian ini metode penelitian akan dijabarkan dalam setiap langkah-langkah penelitian.

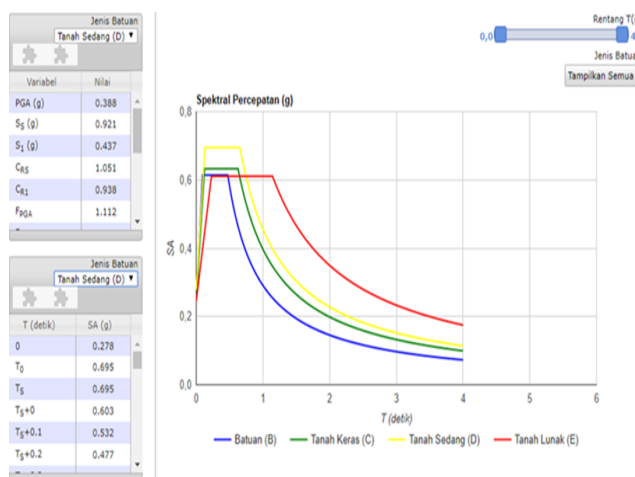
3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan sesuai dengan zonasi gempa yang ditinjau dengan mengambil nilai respons spektrum yang terbesar pada zonasi yang ditinjau di Provinsi Aceh. Zona yang akan ditinjau meliputi zona 13 untuk Kabupaten Pidie Jaya dengan nilai respon spektrum ($S_s = 0,921$ dan $S_1 = 0,437$). Lokasi zona 13 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Peta Provinsi Aceh Gambar 1.

Data respon spektrum dapat diperoleh dengan mengakses *website* Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman[8], untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Provinsi Aceh



Gambar 3. Data respon spektrum zona 13 untuk Kabupaten Pidie Jaya

3.2 Objek Penelitian

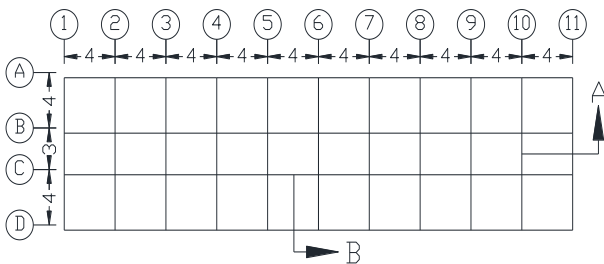
Objek pada penelitian ini berupa bangunan gedung dengan klasifikasi tidak sederhana 6 lantai. Serta didasarkan atas kategori risiko bangunan gedung, faktor keutamaan gempa dan wilayah zonasi gempa.

3.3 Pengolahan Data

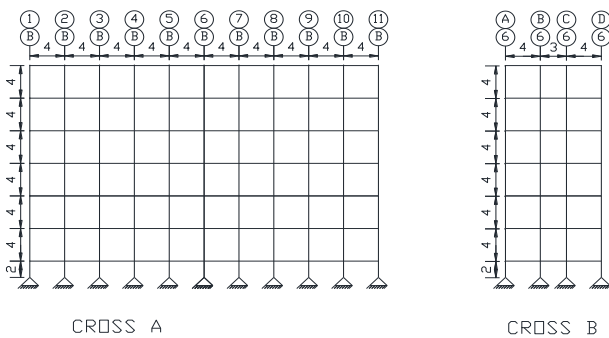
Pengolahan data yang dilakukan pertama sekali adalah perencanaan model desain bangunan, perencanaan untuk struktur bangunan gedung, pembebanan pada model struktur bangunan, melakukan pemodelan struktur bangunan menggunakan *software* SAP 2000 v. 20, dan melakukan analisis terhadap perubahan dimensi komponen struktural pada bangunan.

1. Zona gempa yang ditinjau adalah zona 13 (Kabupaten Pidie Jaya);
2. Nilai respon spektrum ($S_s = 0,921$ dan $S_1 = 0,437$);
3. Struktural bangunan yang direncanakan simetris;

4. Klasifikasi bangunan yang dimodelkan berupa bangunan tidak sederhana berlantai 6 dengan luas lantai >500m² ;
5. Luas lantai bangunan tidak sederhana 6 lantai adalah 2.640 m² dimana memiliki arah panjang *X* adalah 40 m dan arah *Y* adalah 11 m dengan masing-masing lantai memiliki tinggi 4 m;
6. Kategori risiko bangunan gedung klasifikasi II;
7. Faktor Keutamaan Gempa (FUG) yang digunakan adalah 1,00;
8. Harga satuan yang digunakan adalah harga satuan Kabupaten Pidie Jaya.



Gambar 4. Denah bangunan tidak sederhana 6 lantai



Gambar 5. Potongan bangunan tidak sederhana 6 lantai

3.4 Perencanaan Struktur Bangunan

Bangunan gedung akan dimodelkan sesuai dengan ukuran yang sudah direncanakan. Model bangunan tersebut akan direncanakan dengan mutu bahan sebagai berikut :

- Mutu baja ulir (f_y) : 390 kg/m²
- Mutu baja polos (f_y) : 240 kg/m²
- Modulus elastisitas baja : 200.000 MPa
- Berat jenis baja : 7.850 kg/m³
- Mutu beton ($f'c$) : 25 MPa
- Modulus elastisitas beton : 23.500 N/mm²
- Berat jenis beton bertulang : 2.400 kg/m³

3.5 Analisis Perubahan Volume Pekerjaan

Pada penelitian ini terdapat 1 zonasi gempa yang ditinjau, maka dengan itu perlu diketahui volume pekerjaan pada komponen struktural kolom.

Volume pekerjaan yang dianalisis meliputi volume pekerjaan beton (m³), volume pekerjaan pembesian (kg), dan volume pekerjaan *bekisting* (m²).

3.6 Harga Komponen Struktur Bangunan

Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 menyebutkan bahwa untuk memprediksikan harga komponen struktural kolom yang diperlukan pada zona 13 akan didapat berdasarkan jumlah total komponen kolom pada volume beton (m³), volume pembesian (kg), dan volume *bekisting* (m²) dikalikan dengan harga satuan pekerjaan (HSP).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dikemukakan hasil penelitian berdasarkan pengolahan analisis data.

4.1 Hasil Analisis Dimensi Struktural

Hasil analisis dimensi struktural dengan bantuan *software* SAP 2000 v. 20 berupa informasi mengenai kebutuhan luas penampang (LP), luas tulangan (LT), dan rasio tulangan (RT).

Tabel 1. Hasil Analisis Struktur Kolom

Kolom	Zona 13		
	LP (mm ²)	LT (mm ²)	RT (%)
Lt 1	160.000	2.412	1,51
Lt 2	160.000	2.412	1,16
Lt 3	160.000	1.848	1,16
Lt 4	160.000	1.848	1,16
Lt 5	160.000	1.848	1,16
Lt 6	160.000	1.848	1,16

4.2 Analisis Volume Beton

Perhitungan volume beton didapatkan berdasarkan perkalian dimensi seluruh komponen struktural kolom dalam satuan (m³).

Tabel 2. Volume Beton Komponen Struktural Kolom

Zona	Komponen Struktural	Volume Beton (m ³)
13	Kolom	28,16

Berdasarkan Tabel 2, volume beton yang diperlukan untuk kolom pada zona 13 untuk keseluruhan lantai sama karena dimensi yang direncanakan pada kolom lantai 1 sampai lantai 6 sama.

4.3 Analisis Volume Pembesian

Volume pembesian didapat berdasarkan informasi yang diperoleh dari output SAP. Volume tulangan dipisahkan berdasarkan besi polos dan besi ulir dikarenakan pada harga satuan pembesian ulir dan polos tidak sama.

Tabel 3. Volume Pembesian Komponen Struktural Kolom

Kolom	Volume Besi (kg)	
	Zona 13	
	Ulir	Polos
Lt 1	4.026,56	962,07
Lt 2	4.026,56	962,069
Lt 3	3.016,48	962,069
Lt 4	3.016,48	962,069
Lt 5	3.016,48	962,069
Lt 6	2.601,78	962,069

4.4 Analisis Volume Bekisting

Volume *bekisting* untuk komponen struktural kolom didapatkan berdasarkan analisis dimensi luasan permukaan beton (m²).

Tabel 4. Volume Bekisting Komponen Struktural Kolom

Zona	Komponen Struktural	Volume Bekisting (m ²)
13	Kolom	962,07

4.5 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa harga satuan pekerjaan atau yang disingkat AHSP yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 item pekerjaan, yaitu pekerjaan beton, pekerjaan pembesian, dan pekerjaan *bekisting*. Ketiga item tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan harga komponen struktur kolom pada zona 13. Harga satuan yang digunakan pada penelitian ini adalah harga satuan Kota Banda Aceh tahun 2018. Harga satuan tersebut digunakan agar terlihat perbandingan harga yang jelas dan nyata.

Tabel 5. Rekapitulasi AHSP Komponen Struktural (1/2)

No. AHSP	Pekerjaan	HSP
A.4.1.1.10	Beton mutu $f'c = 26,4$ MPa	Rp1.184.686
A.4.1.1.17	Pembesian 1 kg dengan besi ulir	Rp 20.533
A.4.1.1.17	Pembesian 1 kg dengan besi polos	Rp 17.659

Tabel 5. Rekapitulasi AHSP Komponen Struktural (2/2)

No. AHSP	Pekerjaan	HSP
A.4.1.1.22	Pemasangan 1 m ² <i>bekisting</i> untuk kolom	Rp 251.325

4.6 Analisis Perubahan Harga Komponen Struktural Kolom

Analisis perubahan harga pada komponen struktural kolom dikelompokkan berdasarkan tiga yaitu analisis harga beton, analisis harga pembesian, dan analisis harga *bekisting*.

1. Analisis perubahan harga komponen kolom untuk beton dapat diliha pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Harga Beton

Kolom	Harga Beton (m ³)
	Zona 13
Lt 1	Rp 33.360.753
Lt 2	Rp 33.360.753
Lt 3	Rp 33.360.753
Lt 4	Rp 33.360.753
Lt 5	Rp 33.360.753
Lt 6	Rp 33.360.753

2. Analisis perubahan harga komponen kolom untuk pembesian dapat diliha pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Harga Pembesian

Zona	Kolom	Harga besi (kg)	
		Ulir	Polos
13	Lt 1	Rp 82.676.667	Rp 16.989.367
	Lt 2	Rp 82.676.667	Rp 16.989.367
	Lt 3	Rp 61.936.920	Rp 16.989.367
	Lt 4	Rp 61.936.920	Rp 16.989.367
	Lt 5	Rp 61.936.920	Rp 16.989.367
	Lt 6	Rp 53.421.904	Rp 16.989.367

3. Analisis perubahan harga komponen kolom untuk *bekisting* dapat diliha pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Harga Bekisting

Kolom	Harga Bekisting (m ²)
	Zona 13
Lt 1	Rp 70.773.252
Lt 2	Rp 70.773.252
Lt 3	Rp 70.773.252
Lt 4	Rp 70.773.252
Lt 5	Rp 70.773.252
Lt 6	Rp 70.773.252

4.7 Analisis Perubahan Total Harga Komponen Struktural Kolom

Harga komponen struktur merupakan hasil analisis estimasi harga pada komponen struktur kolom. Analisis harga ini berupa perkalian antar volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan. Rekapitulasi harga komponen struktur kolom bangunan tidak sederhana 6 lantai dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 9. Total Harga Komponen Struktural Kolom

Kolom	Zona 13
Lantai 1	Rp 203.800.039
Lantai 2	Rp 203.800.039
Lantai 3	Rp 183.060.293
Lantai 4	Rp 183.060.293
Lantai 5	Rp 183.060.293
Lantai 6	Rp 174.545.276
Total Harga	Rp 1.131.326.234

Berdasarkan Tabel 6 harga komponen struktural kolom untuk zona 13 berdasarkan klasifikasi bangunan tidak sederhana 6 lantai adalah Rp 1.131.326.234.

Hasil pemodelan bangunan dengan menggunakan *software SAP*, menunjukkan bahwa zonasi gempa tidak menyebabkan adanya perbedaan analisis harga komponen.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis respon spektrum menggunakan *software SAP 2000 v.20*, analisis volume pekerjaan komponen struktural kolom, dan analisis harga komponen struktural kolom maka pada penelitian ini

penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis total harga komponen struktural kolom untuk zona 13 berdasarkan klasifikasi bangunan tidak sederhana 6 lantai harga struktural bangunannya adalah Rp Rp 1.131.326.234 (Satu Milyar Seratus Tiga Puluh Satu Juta Tiga Ratus Dua Puluh Enam Ribu Dua Ratus Tiga Puluh Empat Rupiah).
2. Hasil analisis harga komponen struktural kolom mengalami perubahan harga pada setiap lantai karena perbedaan masing-masing kolom dalam memikul beban struktural.
3. Hasil analisis volume beton yang diperlukan untuk struktural kolom pada zona 13 sama, karena dimensi yang direncanakan untuk kolom lantai 1 sampai lantai 6 sama.
4. Hasil analisis volume pembesian menunjukkan harga tertinggi terdapat pada pekerjaan pembesian (Ulir) dengan harga Rp 82.676.667 (Delapan Puluh Dua Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Enam Ratus Enam Puluh Tujuh Rupiah).
5. Hasil analisis volume *bekisting* menunjukkan bahwa struktural kolom tidak mengalami perbedaan, hal tersebut terjadi karena tidak ada perubahan dimensi luas permukaan beton pada masing-masing kolom.

5.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan dan dikembangkan oleh peneliti lain dengan memerhatikan beberapa saran. Adapun saran untuk analisis selanjutnya adalah :

1. Dalam proses menginput data, harus dilakukan lebih teliti sebelum dilakukan proses menggunakan *software SAP*.
2. Perlu dilakukannya proses pemodelan bangunan menggunakan bantuan *software* lain.
3. Dapat dilakukan perbandingan dengan menggunakan komponen struktural pada bangunan dengan lebih komplit.
4. Dapat dilakukan analisis harga dengan menggunakan harga satuan dari daerah lain agar memudahkan dalam pekerjaan di lapangan.
5. Dilakukan perbandingan dengan menggunakan zonasi yang lain agar diperoleh perbedaan dan hubungan yang lebih tepat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Natawidjaja, D.H., 2008, *Pedoman Analisis Bahaya dan Risiko Bencana Gempa Bumi*, Oktober 2008, Jakarta.
- [2] Mujahid, S., Abdullah, & Mochammad A., 2016, *Pemodelan Estimasi Biaya Rehabilitasi Rumah Di Bener Meriah Provinsi Aceh Akibat Gempa Bumi*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- [3] SNI, 2012, *Standar Nasional Indonesia 1726:2012 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Peraturan Menteri, 2007, *Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara No. 45/PRT/2007*, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Jakarta.
- [5] Rantung, C. M., Marthin D. J. S. dan Reky S. W., 2014, *Evaluasi Balok Dan Kolom Pada Rumah Sederhana*, Jurnal Sipil Statik Vol. 2 No. 6, Manado.
- [6] Kesturi, L., 2012, *Estimasi Biaya Tahap Konseptual Pada Konstruksi Gedung Perkantoran dengan Metode Artificial Neural Network*, Skripsi Program Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta.
- [7] Peraturan Menteri, 2016, *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum No. 28/PRT/M/2016*, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- [8] Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman PU, 2010, *Data Respon Spektrum*, tersedia pada http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/.