

ANALISIS STRUKTUR MODEL BANGUNAN SEKOLAH DASAR DI DAERAH RAWAN GEMPA

(Studi Kasus: SD Kaligondang, Sumbermulyo, Bambanglipuro, Bantul)

Elvis Saputra¹, Bagus Soebandono², Restu Faizah³

¹Mahasiswa (NIM 20130110238) ²Dosen Pembimbing 1 ³Dosen Pembimbing 2

Abstract

In the past few years, massive earthquakes happened in many regions in Indonesia, such as Aceh, Yogyakarta, and Sumatra Barat. Many buildings undergo structural failure due poor design and execution. Even some of them are built without reference from Indonesian Earthquake Resistant Design. In order to reduce the impact of earthquake, structural mitigation is needed in earthquake-prone areas. The purpose of this research is to find vulnerability and cost needed in Kaligondang elementary school, located in Sumbermulyo, Bambanglipuro, Bantul, D. I. Yogyakarta.

This research will begin by collecting secondary data from faizah's research, et.al (2017), then followed by checking structure power using SAP 2000 V14.1.0. After the structure is safe, we will do an analysis plan and cost-budget.

The result of this research is getting deflective comparison between model of the building which using dilatation ± 10 cm with bracing in scale 1:2 and the model of building which does not use any of those. This research will also get the structure performance and the total cost needed to build a model of Kaligondang elementary school.

Keywords: School model, bracing, deflection, cost analysis.

Abstrak

Beberapa tahun terakhir ini terjadi gempa besar yang melanda Negara Indonesia seperti gempa Aceh, Yogyakarta, dan Sumatra Barat. Pada peristiwa ini terdapat banyak bangunan yang mengalami kegagalan struktur, baik akibat perencanaan maupun pelaksanaan yang kurang baik atau bahkan sama sekali belum direncanakan dengan acuan bangunan tahan gempa di Indonesia. Dalam mengurangi dampak gempa pada masa yang akan datang, perlu dilakukan mitigasi struktural dan non struktural di daerah rawan gempa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kerentanan dan kebutuhan biaya pada model Sekolah Dasar Kaligondang yang berada di Sumbermulyo, Bambanglipuro, Bantul, D.I.Yogyakarta.

Penelitian ini akan diawali dengan mengumpulkan data skunder dari hasil penelitian faiza, et.al (2017), kemudian dilanjutkan dengan melakukan cek kekuatan struktur menggunakan *software SAP 2000 V14.1.0*. setelah struktur dinyatakan aman tahap berikutnya dilanjutkan dengan melakukan analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Hasil dari penelitian ini di dapat perbandingan defleksi pada kolom antara model bangunan yang menggunakan dilatasi ± 10 cm beserta penggunaan *bracing* tiap perbandingan panjang dan lebar 1:2 dengan model bangunan yang tidak menggunakan dilatasi dan juga *bracing*, selain dari itu juga diketahui kinerja struktur dan total biaya yang dibutuhkan dalam membangun model bangunan Sekolah Dasar Kaligondang.

Kata Kunci : Model sekolah, *bracing*, dilatasi, defleksi, analisis RAB.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir ini terjadi gempa besar yang melanda Negara Indonesia seperti gempa Aceh, Yogyakarta, dan Sumatra Barat. Pada peristiwa ini terdapat banyak bangunan yang mengalami kegagalan struktur, baik akibat perencanaan maupun pelaksanaan yang kurang baik atau bahkan sama sekali belum direncanakan dengan acuan bangunan tahan gempa di Indonesia.

Dari peristiwa di atas timbul pemikiran penulis bahwa untuk bangunan gedung yang berada di daerah rawan gempa bumi perlu dilakukan mitigasi struktural, selain mitigasi struktural perlu juga dilakukan mitigasi non-struktural seperti pemasangan jalur evakuasi, pengaturan fungsi ruangan, pengaturan interior dan sebagainya. Hal ini sangat penting diterapkan pada bangunan yang banyak dikunjungi orang, atau fasilitas umum yang memiliki tingkat resiko lebih besar.

Faizah, et.al (2017), melakukan penelitian yang berjudul Pemodelan Bangunan Sekolah Dasar di Daerah Rawan Gempa Bumi. Penelitian ini hanya memodelkan bentuk bangunan sekolah Dasar di daerah rawan gempa bumi serta membuat jalur evakuasi tanggap bencana dan belum dilakukan analisis struktur dari eksisting bangunan maupun dari bangunan Sekolah Dasar yang telah dimodelkan. Pada Penelitian ini penulis akan melakukan analisis struktur dan perhitungan biaya dari model bangunan Sekolah Dasar di daerah rawan gempa.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas diperoleh rumusan masalah, berikut ini.

1. Melakukan pengujian kerentanan model bangunan Sekolah Dasar Kaligondang yang telah dimodelkan.
2. Melakukan Perhitungan Rencana anggaran biaya dari Sekolah Dasar Kaligondang yang telah dimodelkan.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kerentanan bangunan Sekolah Dasar kaligondang yang telah dimodelkan sebelumnya namun belum di lakukan analisis struktur.

2. Mengetahui besar anggaran biaya yang di perlukan dalam pembangunan bangunan Sekolah Dasar Kaligondang yang telah dimodelkan.

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan/pedoman masyarakat atau pemerintah yang akan membangun Sekolah di daerah rawan bencana gempa bumi. Selain itu dapat pula dikembangkan untuk bangunan sekolah yang berada di daerah rawan bencana selain gempa bumi, misalnya tsunami, banjir, tanah longsor, dll.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Yosafat 2006, melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analysis. Penelitian ini Membahas kinerja Suatu bangunan gedung dengan menggunakan ATC 40, FEMA 356 dan FEMA 440 kemudian dianalisis menggunakan ETABS V.8.5.4.

Widodo 2007, melakukan penelitian dengan judul Perancangan Gedung Sekolah Tahan Gempa di Cabang Muhammadiyah Wedi Klaten. Penelitian ini Membuat desain satu unit kelas dengan bangunan rangka beton bertulang, dinding kayu dan atap seng. perkiraan biaya konstruksi sebesar Rp.13,796,213. dengan waktu pengerjaan 1 bulan.

Ristiyanti 2014, melakukan penelitian dengan judul Kesiapsiagaan Siswa dalam Menghadapi Bencana Gempa Bumi di SMP N 1 Gantiwarno, Kecamatan Gantiwarno, Kabupaten Klaten. Penelitian ini membahas tentang kapasitas dari siswa yang dinilai dari segi kesiapsiagaan menghadapi bencana Gempa bumi.

Amri dan dkk 2014, melakukan penelitian dengan judul Model Rumah dan Lingkungan Permukiman Layak Huni dan Tahan Bencana. Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara membuat model rumah tahan bencana dengan mempertimbangkan aspek tata guna lahan, bentuk dan masa bangunan, potensi bencana dan kondisi topografi wilayah.

Faizah, et.al (2017), melakukan penelitian dengan judul Pemodelan Bangunan Sekolah Dasar di Daerah Rawan Gempa Bumi. Penelitian ini membahas bagaimana memodelkan bentuk bangunan sekolah Dasar di daerah rawan gempa

bumi serta mempertimbangkan aspek kesiapsiagaan siswa dan guru dalam menghadapi bencana gempa bumi seperti pembuatan jalur evakuasi, titik kumpul, tata ruang meja, arah bukaan pintu dan menciptakan lingkungan sekolah yang berwawasan kebencanaan.

III. LANDASAN TEORI

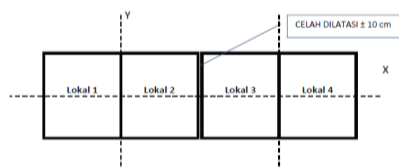
A. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang seismic yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini diakibatkan karena menimbulkan kerusakan pada benda-benda atau bangunan di permukaan bumi. Besarnya kerusakan sangat tergantung dengan besar dan lamanya getaran yang sampai ke permukaan bumi. Rusaknya bangunan akibat gempa tergantung dengan kekuatan struktur bangunan itu sendiri. (Hartuti, 2009).

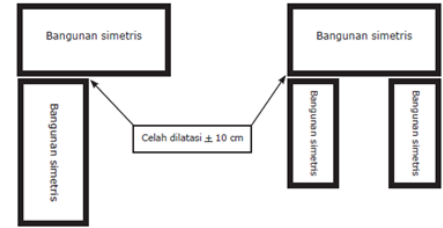
B. Bangunan Tahan Gempa

Dalam Surat Keputusan Direktur Jenderal Cipta Karya Nomor. 111/KPTS/CK/1993 Tentang Pedoman Bangunan Tahan Gempa, disebutkan bahwa dasar-dasar perencanaan bangunan tahan gempa meliputi:

1. Tata letak bangunan harus memenuhi konfigurasi struktur bangunan yang sederhana dan simetris pada seluruh bagian bangunan.
 - a. Tata letak bangunan sekolah sederhana dan simetris terhadap kedua sumbu bangunan dan tidak terlalu panjang. Perbandingan panjang dengan lebar bangunan 2 : 1, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.
 - b. Bila dikehendaki denah bangunan gedung dan rumah yang tidak simetris, maka denah bangunan tersebut harus dipisahkan dengan alur pemisah (dilatasi) sedemikian rupa sehingga denah bangunan merupakan rangkaian dari denah yang simetris, seperti contoh pada Gambar 2.



Gambar 1. Tata letak bangunan yang simetris dengan perbandingan P:L = 2:1



Gambar 2. Dilatasi pada bangunan tidak simetris

- c. Pada bangunan sekolah yang tidak memenuhi ketentuan a dan b, perlu memenuhi kaidah perencanaan dan perancangan bangunan tahan gempa yang melibatkan konsultan perencana bangunan yang kompeten.
 - d. Pemenuhan tata letak bangunan ini merupakan hal yang mendasar yang sebaiknya dilaksanakan pada bangunan sekolah yang berada di zona rawan gempa.
2. Distribusi berat bangunan harus merata, tidak terjadi penumpukan pembebanan pada salah satu bagian bangunan, baik arah vertikal maupun horisontal.
 3. Struktur bangunan yang direncanakan harus sederhana supaya tahan pada kondisi gempabumi keras.
 4. Tinggi bangunan sekolah sebaiknya tidak melebihi empat kali lebar bangunan.
 5. Struktur bangunan sekolah sebaiknya monolit, berarti seluruh struktur bangunan dikonstruksikan dengan bahan bangunan yang sama karena pada saat terjadi gempabumi, bahan bangunan yang berbeda akan memberikan reaksi yang berbeda pula. Untuk daerah rawan gempa struktur rangka beton bertulang dengan dinding pengisi pasangan bata atau batako merupakan pilihan yang direkomendasikan.
 6. Pondasi berada pada tanah yang keras dan sekuat mungkin sehingga tidak akan pernah patah pada saat gempa. Tidak diperkenankan pondasi berada pada dua kondisi tanah berbeda, tanah keras dan tanah lunak (urugan) karena akan menyebabkan patahan pada pondasi. Jenis pondasi dapat berupa pelat lantai beton bertulang atau pondasi batu kali yang diperkuat dengan sloof beton bertulang.
 7. Manajemen supervisi dan pengawasan saat pelaksanaan pembangunan bangunan sekolah akan menjamin kualitas bangunan,

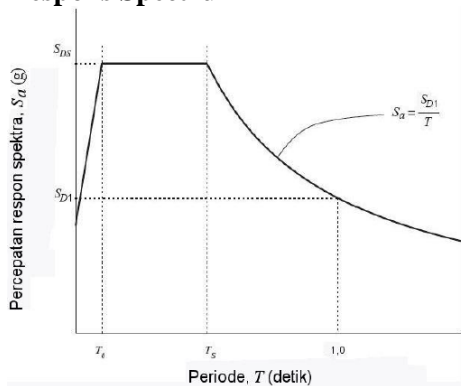
sesuai dengan spesifikasi perencanaan sebagai bangunan sekolah tahan gempa.

C. Sistem Dilatasi Bangunan (Pemisah)

Menurut zulfazilla (2015), Sistem dilatasi bangunan adalah suatu cara untuk memisahkan bangunan yang mempunyai lebar panjang lebih dari 60 m, tujuan ini adalah untuk membagi pusat massa bangunan, agar bangunan disaat terjadi gempa, bangunan tersebut stabil, tak tertumpu pada satu pusat massa, dengan adanya dilatasi pengaruh gempa akan terbagi terhadap pusat massa bangunan yang lain.

D. Analisis Beban Gempa

1. Respons Spectrum



Gambar 3. Spektrum respons desain.
(Sumber : SNI 1726:2012)

2. Gaya Dasar Seismik

Geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus di tentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W$$

Keterangan :

C_s = Koefisien respon seismik

W = berat seismik efektif

Koefisien respon seismik, C_s , harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)}$$

Keterangan :

S_{DS} = parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang perioda pendek;

R = faktor modifikasi respons pada Tabel 9 (SNI 1726:2012);

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan pasal 4. 1. 2 (SNI 1726:2012).

3. Kinerja Struktur Gedung

a. Kinerja batas layan

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan tingkat antar lantai ijin (Δ_a) seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Simpangan antar lantai tingkat ijin (Δ_a).

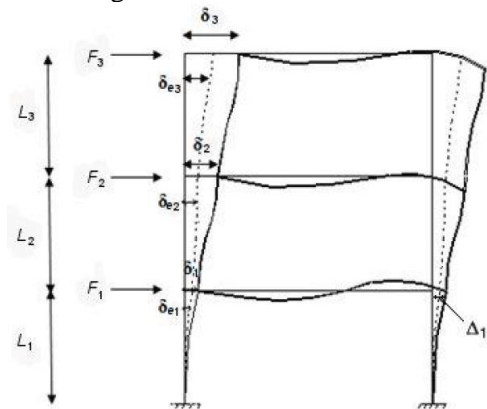
Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025 h_{sx}$	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata*	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$

* h_{sx} adalah tinggi tingkat di bawah tingkat x.

* Untuk sistem penahan gaya gempa yang terdiri dari hanya rangka momen dalam kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar lantai tingkat ijin harus sesuai dengan persyaratan 7.12.1.1.

b. Kinerja Batas Ultimit

Kinerja ini ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar lantai tingkat maksimum akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan. Penentuan simpangan dan simpangan antar lantai desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat atas dan terbawah yang di tinjau. Lihat gambar 4.



Gambar 4. Simpangan antar lantai

Defleksi pusat massa di tingkat x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\delta_x = \frac{Cd \cdot \delta_{xe}}{I_e} < \Delta_i \text{ (Simpangan ijin)}$$

Keterangan :

Cd = faktor amplikasi defleksi dalam tabel 9 SNI 1726:2012.

δ_{xe} = defleksi pada lokasi yang disyaratkan pada pasal yang di tentukan dengan analisis elastis.

I_e = faktor keutamaan gempa yang di tentukan sesuai dengan pasal 4.1.2 SNI 1726:2012.

E. Kekuatan Perlu

Untuk menentukan kuat perlu suatu komponen struktur, maka dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi yang tertera pada SNI 2847:2013 pasal 9.2.1.

F. Kekuatan Rencana

Untuk menentukan kuat rencana suatu komponen struktur, maka dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi yang tertera pada SNI 2847:2013 pasal 9.3.

G. Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran biaya (RAB) merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Secara Umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sebagai berikut:

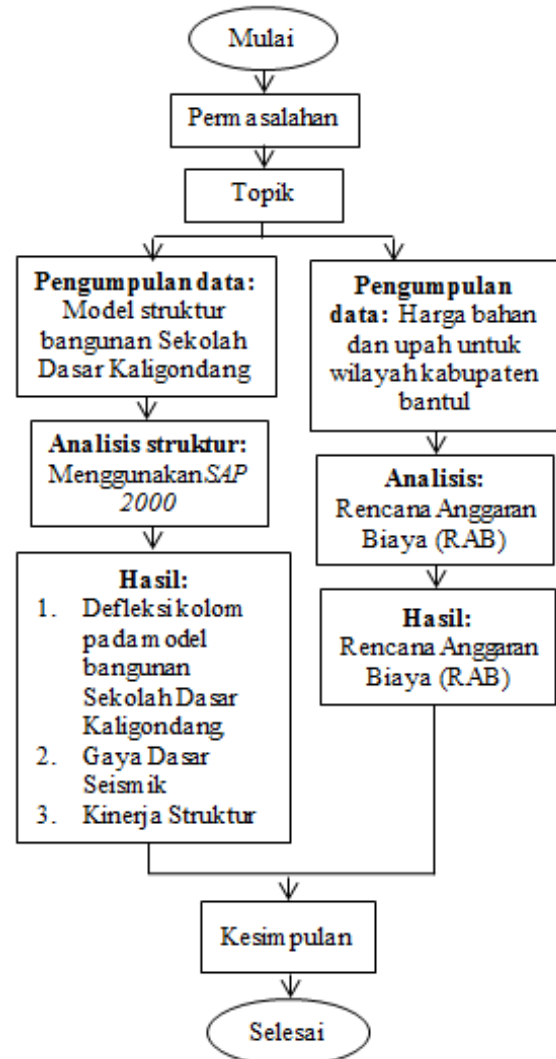
$$RAB = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}).$$

Analisa harga satuan berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya yang didalamnya terdapat angka yang menunjukkan jumlah material, tenaga dan biaya persatuan pekerjaan. Sedangkan Perhitungan volume pekerjaan adalah bagian paling esensial dalam tahap perencanaan proyek. Pengukuran kualitas/volume pekerjaan merupakan suatu proses pengukuran / perhitungan terhadap kuantitas item –item pekerjaan sesuai dengan lapangan. Dengan mengetahui jumlah volume pekerjaan maka akan diketahui berapa biaya yang akan di perlukan dalam pelaksanaan proyek.

IV. METODE PENELITIAN

1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam Tugas Akhir ini bisa dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tahapan penelitian

2. Peraturan-Peraturan

Pedoman yang digunakan dalam analisis struktural dan biaya bangunan Sekolah Dasar tahan gempa adalah sebagai berikut ini.

1. SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
2. PPIUG 1983 tentang Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung.
3. SNI 2874:2013 tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
4. PermenPUPR28-2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
5. Peraturan Bupati Bantul No.95 Tahun 2015 tentang Standardisasi Harga Barang dan Jasa Pemerintah Kabupaten Bantul.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini terdiri data primer dan data sekunder, yaitu:

1. Gambar Struktur Eksisting

Data ini merupakan data primer yang diperoleh langsung oleh peneliti dengan mengukur dan membuat sketsa sesuai dengan kondisi di lapangan kemudian digambarkan menggunakan program Autocad, Gambar Struktur Eksisting bisa dilihat pada lampiran.

2. Gambar Struktur Modeling

Data ini merupakan Data yang diperoleh dari hasil penelitian Faiza et.al (2017) dan dalam proses penggambaran dibantu oleh penulis. Gambar Struktur Modeling dilihat pada lampiran.

3. Mutu Beton dan Baja Bangunan Modeling

Data untuk Mutu Beton dan Baja Bangunan Modeling merupakan data sekunder yang diperoleh dari data penelitian bangunan tahan gempa yang telah lalu.

4. Harga Barang dan Jasa

Data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kab. Bantul.

4. Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. menggambar Portal 3D menggunakan program SAP2000 v.14.0.0 sebagai langkah awal untuk memasukan data yang akan dianalisis oleh program tersebut,
2. menghitung manual jumlah beban mati, beban hidup, beban angin yang membebani gedung tersebut,
3. memasukkan semua beban yang bekerja kedalam program,
4. memasukan data beban gempa kedalam program untuk dianalisis,
5. memasukan kombinasi beban ke dalam program,
6. menganalisis data dengan program tersebut, kemudian dengan mengecek keamanan struktur dan membaca hasil analisis,
7. analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) bangunan telah dimodelkan dan bangunan eksisting SD Kaligondang.

V. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini bentuk model bangunan Sekolah Dasar di ambil dari penelitian Faizah, et.al (2017).

1. Model Bangunan Sekolah Dasar Tahan Gempa

a. Keberadaan Struktur Utama

Dari gambar 6 dan 7 diketahui bahwa bangunan memiliki perkuatan beton betulang berupa kolom, balok, sloof, bingkai ampig, ringbalk dan juga di tambahkan dengan jangkar agar pada saat terjadi gempa dinding tidak mudah roboh.



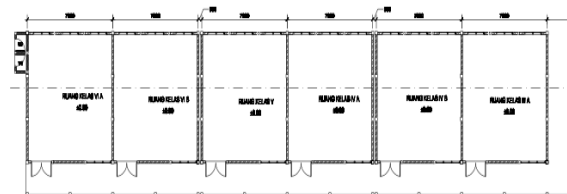
Gambar 6. Model struktur utama



Gambar 7. Sambungan kolom ke pondasi

b. Denah dan Tata Letak

Dari gambar 8 terlihat bahwa perbandingan panjang dan lebar denah bangunan sekolah melebihi 1:2 dan kemudian di buat dilatasi ± 10 cm untuk mengurangi gaya geser yang terjadi pada saat terjadi gempa.



Gambar 8. Denah bangunan

Untuk melihat gambar lebih jelas lagi bisa dilihat gambar dalam bentuk 3D pada gambar 9 sampai 10.



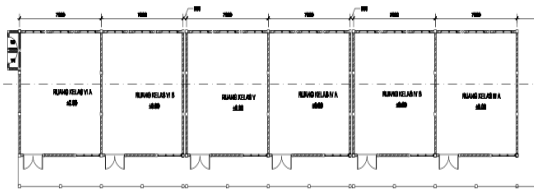
Gambar 9. Tampak atas 3D areal sekolah



Gambar 10. Tampak depan bangunan bagian dilatasi

c. Denah dan Tata Letak

Dari gambar 8 terlihat bahwa perbandingan panjang dan lebar denah bangunan sekolah melebihi 1:2 dan kemudian di buat dilatasi ± 10 cm untuk mengurangi gaya geser yang terjadi pada saat terjadi gempa.



Gambar 8. Denah bangunan

Untuk melihat gambar lebih jelas lagi bisa dilihat gambar dalam bentuk 3D pada gambar 9 sampai 10.



Gambar 9. Tampak atas 3D areal sekolah



Gambar 10. Tampak depan bangunan bagian dilatasi

2. Kesiapsiagaan Model Bangunan Terhadap Ancaman Gempabumi

a. Penataan Ruang

Penataan ruangan kelas dibuat untuk memberikan kemudahan akses evakuasi pada saat terjadi gempabumi. Pengaturan susunan jarak antar meja diberikan space minimal 50 cm dan begitu juga untuk jarak dari meja ke dinding bangunan, sehingga semua murid memiliki kesempatan yang sama untuk melakukan evakuasi keluar ruangan. Susunan meja kursi terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Susunan meja dan kursi

b. Bukaan Pintu

Sesuai dengan konsep kesiapsiagaan, bukaan daun pintu di daerah rawan gempabumi sebaiknya ke arah luar, dikarenakan apabila dengan bukaan ke dalam saat terjadi gempabumi, maka akan dapat menghambat atau membuat waktu proses evakuasi menjadi lebih lama. Contoh bukaan pintu lihat pada gambar 12.



Gambar 12. Bukaan arah pintu keluar ruangan

c. Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul

Jalur evakuasi adalah jalur khusus yang menghubungkan semua area ke area yang aman (Titik Kumpul). Dalam suatu fasilitas umum seperti sekolah, jalur evakuasi sangatlah penting untuk mengevakuasi para siswa dan guru ke tempat yang aman apabila terjadi gempa bumi. Contoh jalur evakuasi dan titik kumpul bisa dilihat pada gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Papan jalur informasi evakuasi



Gambar 14. Papan informasi titik kumpul

3. Pemodelan Struktur

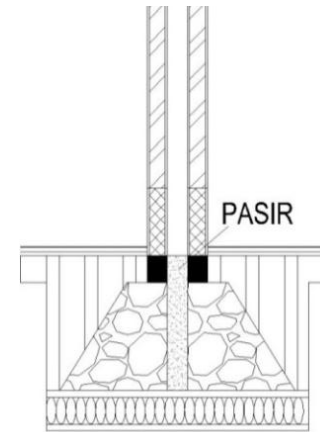
a. Komparasi Antara Panjang dan Lebar Bangunan (1:4) dengan Menggunakan Dilatasi dan Tanpa Dilatasi.

Sistem dilatasi bangunan adalah suatu cara untuk memisahkan bangunan yang terlalu panjang, menurut buku “Pedoman Teknis Bangunan Sekolah Tahan Gempa” perbandingan panjang dan lebar bangunan adalah 1:2, lebih dari itu sebaiknya dilakukan dilatasi. .

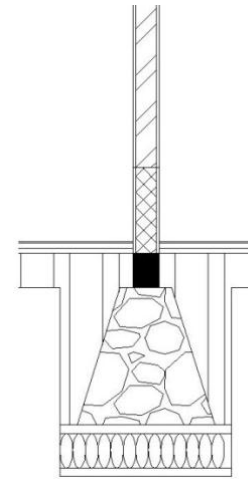
Tujuan dibuatnya dilatasi adalah untuk membagi pusat massa bangunan, agar bangunan disaat terjadi gempa, bangunan tersebut stabil, tak tertumpu pada satu pusat massa, dengan adanya dilatasi pengaruh gempa akan terbagi terhadap pusat massa bangunan yang lain.

Pada penelitian ini bagian yang dilakukan dilatasi adalah kolom. Dilatasi kolom adalah suatu cara memisahkan bangunan yang panjang, dengan membuat pemisah diantara kolom. Pemisah ini juga akan terjadi pada fondasi, sloof,

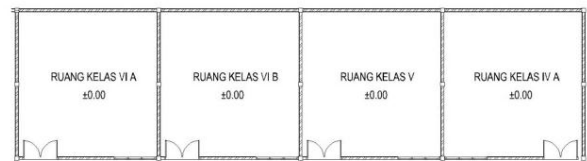
balok, atap, dll. Bentuk dilatasi kolom lihat gambar 15 sampai 18



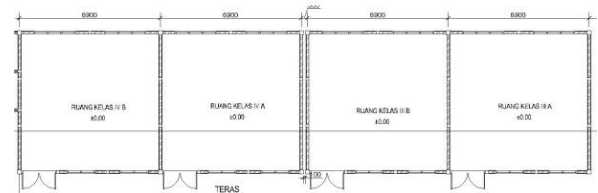
Gambar 15. Dilatasi Kolom dan Fondasi



Gambar 16. Kolom dan Fondasi tanpa Dilatasi



Gambar 17. Denah tanpa dilatasi dengan perbandingan lebar dan panjang (1:4)



Gambar 18. Denah menggunakan dilatasi dengan perbandingan lebar dan panjang (1:4)

b. Komparasi Defleksi Kolom pada Struktur Tanpa Dilatasi dengan Struktur Dilatasi + Bracing

Tabel 2. Komparasi defleksi kolom dengan bracing beton

No	Tanpa Dilatasi (mm)	Dilatasi + Bracing Beton (mm)
1	1,944	0,119
2	1,940	0,511
3	2,011	0,535

Sumber : Penelitian 2017

Tabel 3. Komparasi defleksi kolom dengan bracing baja

No	Tanpa Dilatasi (mm)	Dilatasi + Bracing Baja (mm)
1	1,944	0,083
2	1,940	0,421
3	2,011	0,519

Sumber : Penelitian 2017

Dari data tabel 2 dan 3 terlihat bahwa dengan pemodelan struktur menggunakan Dilatasi pada perbandingan 1:2 disertai dengan pembuatan rangka pengaku (*Bracing*) mengalami penurunan nilai defleksi pada kolom. Nilai defleksi yang mengalami penurunan cukup besar berada pada posisi kolom dilatasi. Dibandingkan dengan *bracing* beton penggunaan *bracing* baja memiliki nilai defleksi yang lebih kecil dan juga lebih ringan.

Dari kedua model di atas dapat disimpulkan bahwa model bangunan dengan dilatasi 1:2 disertai dengan bracing material baja memiliki nilai defleksi pada kolom yang lebih kecil sehingga model ini dapat menjadi pilihan dalam merencanakan bangunan tahan gempa bumi.

4. Evaluasi Kinerja Struktur

Kinerja struktur menurut SNI 1726:2012.

Dari hasil analisis di peroleh nilai simpangan ijin sebesar 35 mm dan simpangan yang terjadi sebesar 2,68 mm sehingga dapat disimpulkan bahwa pemodelan bangunan pada penelitian faizah dan dkk 2017 aman terhadap simpangan apabila terjadi gempa.

5. Gaya Dasar Seismik

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.8.2, nilai periode fundamental struktur (T_a) dapat diketahui menggunakan persamaan:

$$T_a = C t h_n^x$$

$$T_a = 0,0466. 3,5^{0,9}$$

$$T_a = 0,144 \text{ detik}$$

Setelah nilai periode fundamental (T_a) ditentukan, langkah berikutnya menentukan nilai koefisien respons seismik C_s ditentukan sebagai berikut :

$$C_{s(\text{maks})} = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,489}{0,144\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,64$$

$$C_s (\text{hitungan}) = \frac{S1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,489}{\frac{8}{1,5}} = 0,092$$

$$C_{s(\text{min})} = 0,044 S_{DS} I_e = 0,044. 0,893. 1,5 = 0,06$$

Nilai C_s (hitungan) yang akan digunakan karena nilainya diantara C_s (maks) dan C_s (min).

Perhitungan gaya dasar seismik :

$$V = C_s. W$$

$$V = 0,092. 125552 = 11550,78 \text{ kg} = 11,55 \text{ ton}$$

6. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya pada penelitian ini mengacu pada PermenPUPR28-2016. Biaya bangunan yang dihitung pada penelitian ini adalah model bangunan Sekolah Dasar Kaligondang dengan luasan bangunan 440 m² yang terdiri dari 8 ruang kelas dan 4 kamar mandi.

Setelah dilakukan analisis biaya, anggaran yang di butuhkan dalam membangun Sekolah Dasar yang telah dimodelkan sebesar Rp. 678.521.902,49 sehingga dapat diperoleh biaya bangunan per meter persegi sebesar 1.542.093,50/m².

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya

NO.	JENIS PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	17.729.923.50
II	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN	16.160.776.80
III	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN	185.436.438.87
IV	PEK. KONSTRUKSI BETON	64.884.603.16
V	PEK. KUSEN PINTU & JENDELA	78.899.241.25
VI	PEKERJAAN ATAP	104.692.512.00
VII	PEK. PENGGANTUNG & PENGUNCI	8.561.435.00
VIII	PEK. SANITASI	12.685.363.23
IX	PEKERJAAN LANTAI	76.675.372.88
X	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL	9.972.050.00
XI	PEKERJAAN CAT	32.169.080.88
XII	PEKERJAAN PLAFON	70.654.342.10
	TOTAL	678.521.139.66

Sumber : Penelitian 2017

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah di jelaskan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan:

1. Defelesi yang terjadi pada kolom dengan penambahan dilatasi dan *bracing* dari material baja dan beton mengalami penurunan terutama pada posisi kolom yang di dilatasi dibandingkan dengan struktur bangunan tanpa dilatasi.
2. Model bangunan dengan menggunkan *bracing* dari material baja (IWF) defleksi yang terjadi pada kolom lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan *bracing* dari material beton.
3. Evaluasi kinerja struktur menurut SNI 1726:2012, model bangunan Sekolah Dasar Kaligondang dinyatakan aman terhadap simpangan yang diisyaratkan. Nilai simpangan yang terjadi pada struktur bangunan sebesar 2,68 mm sementara simpangan yang diizinkan 35 mm.
4. Gaya Dasar Seismik menurut SNI 1726:2012, nilai periode fundamental struktur (T_a) adalah 0,144 detik, nilai koefisien respon (C_s) adalah 0,092 sehingga dapat diperoleh nilai Gaya Dasar Seismik sebesar 11550,70 kg atau 11,55 ton.
5. Total biaya yang diperlukan dalam membangun model bangunan Sekolah Dasar Kaligondang sebesar Rp. 678.521.139,66 atau sebesar 1.542.093,50/m².

B. Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bisa dilakukan analisis struktur rangka atap dari material baja ringan.
2. Bisa dilakukan pemilihan material bangunan dengan mutu yang lebih bagus dalam merencanakan bangunan di daerah rawan gempa.
3. Bisa dilakukan pemilihan material bangunan yang lebih ringan dan murah.
4. Bisa dilakukan analisis *Benefit Cost Ratio* (BCR) untuk mengetahui efisiensi pemodelan dari bangunan eksisting menjadi model baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, et.al (2014), *Model Rumah dan Lingkungan Permukiman Layak Huni dan Tahan Bencana*, Univiersitan Hasannudin, Makasar.
- BNPB (2015), *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 07 Tahun 2015 tentang Rambu dan Papan Informasi Bencana*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (1993), *Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa*, (Lampiran Surat Keputusan Direktur Jenderal Cipta Karya, Nomor: 111/KPTS/CK/1993, Tanggal 28 september 1993), Jakarta
- Faizah, et.al (2017), *Pemodelan Bangunan Sekolah Dasar Di Daerah Rawan Gempa*, Rekayasa Sipil, Jakarta.
- Hartuti (2009), *Buku Pintar Gempa*, Yogyakarta, DIVA Press.
- Kemendiknas (2010), *Pedoman Teknis Bangunan Sekolah Tahan Gempa*, Dirjen Pendidikan Menengah Kementrian Pendidikan Nasional Jakarta.
- Kusuma (2014), *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan*, <http://www.softwarerab.com/analisaharga-satuan-pekerjaan-rangka-atap-baja-ringan.htm>
- Pambudi (2016), *Perencanaan Ulang Portal (Balok-Kolom) Struktur Gedung Hotel City Hub Yogyakarta Menggunakan SNI 03-2847-2002 dan SNI 2847:2013*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil UMY, Yogyakarta.
- Peraturan Bupati Bantul No.95 Tahun 2015, *Standardisasi Harga Barang dan Jasa Pemerintah Kabupaten Bantul*.
- PermenPUPR28-2016, *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum (Bidang Cipta Karya)*. JDIH Kementerian PUPR.
- PPIUG, (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- PT. SCS (2016), *Rencana Anggaran Biaya Gedung FIB UGM*, Yogyakarta.
- Ristiyan (2014), *Kesiapsiagaan Siswa Dalam Menghadapi Bencana Gempabumi di SMPN 1 Gantiwarno Kecamatan Gantiwarno, Kabupaten Klaten*, Tugas Akhir Program Studi Geografi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UMS, Solo.

- SNI 03-2847-2013, (2013), *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 1726:2012, (2012), *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Widodo, S, et.al (2007), *Perancangan Gedung Sekolah Tahan Gempa di Cabang Muhammadiyah Wedi Klaten*, Warta Vol.10, No.1, Maret 2007: 53-61, Solo.
- Yosafat (2006), *Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analysis (Sesuai ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440)*, Jurnal Teknik Sipil, Vol.3, No.1, Januari 2006, Bandung.
- Zulfazilla (2015), *Sistem Dilatasi Bangunan Pemisah*, <http://www.arsitekstruktur.com/2015/06/sistem-dilatasi-bangunan-pemisah.html>.