

Mewujudkan Bangunan Sekolah Tahan Gempa ; Perancangan Struktur Atas Gedung SDIT Al-Isra' Jatiasih Kota Bekasi

Mohammad Imamuddin^{1,*}, Budiman², Rachmad Irwanto³, Hastri Rosiyanti⁴, Imam Susandi⁵, Irsadul Anam⁶, Mawaddah⁷

^{1,2,3,5,6,7}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta, 10510

⁴Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cireundeu, 15419

*imamuddin0001@gmail.com

ABSTRAK

Sekolah merupakan tempat mendidik peserta didik dengan melakukan kegiatan belajar yang diajarkan oleh pendidik. Proses belajar dan mengajar harus didukung oleh fasilitas yang memadai, diantaranya bangunan gedung sekolah yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi seluruh warga sekolah. Gempa bumi merupakan suatu bencana alam yang dapat menyebabkan korban jiwa, hancurnya gedung merupakan salah satu akibat gempa bumi yang banyak ditemukan, gedung sekolah yang tidak dirancang dengan baik dapat membahayakan peserta didik, dan pendidik saat melakukan kegiatan belajar dan mengajar. Sekolah Dasar Islam Terpadu (SDIT) Al-Isra' Jatiasih Bekasi membutuhkan desain struktur atas gedung tahan gempa, gedung tersebut nantinya akan digunakan oleh peserta didik dan guru dalam kegiatan belajar mengajar. Kota Bekasi merupakan suatu wilayah yang berada didaerah zona gempa, gedung sekolah yang ada didaerah tersebut harus didesain dengan memperhatikan seluruh aspek diantaranya tingkat resiko suatu daerah terhadap gempa bumi. Pihak akademisi Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ) akan melakukan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM), pada PkM ini tim dosen akan memberikan solusi berupa analisa struktur atas bangunan gedung sekolah tahan gempa, desain tersebut dikerjakan dengan mengikuti seluruh peraturan yang ada agar terpenuhinya desain bangunan gedung sekolah tahan gempa. Hasil analisa berupa gambar kerja dan laporan analisa struktur yang nantinya dapat digunakan pihak sekolah dalam membangun gedung sekolah.

Kata kunci: Gempa Bumi, Bangunan Gedung Sekolah, Struktur Beton Bertulang, SRPMK

ABSTRACT

School is a place to educate students by carrying out learning activities taught by educators. The learning and teaching process must be supported by adequate facilities, including school buildings that can provide a sense of security and comfort for all school members. Earthquake is a natural disaster that can cause casualties, the destruction of buildings is one of the most effects of earthquakes, and poorly designed school buildings can endanger students and educators when carrying out learning and teaching activities. The Integrated Islamic Elementary School (SDIT) Al-Isra' Jatiasih Bekasi requires a structural design for an earthquake-resistant building, the building will later be used by students and teachers in teaching and learning activities. Bekasi City is an area located in an earthquake zone, school buildings existing in the area must be designed regarding all aspects including the risk of an area to earthquakes. The academics of Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ) will conduct Community Service (PkM), the activity is in the form of implementing the knowledge of lecturers, in this PkM the lecturer team will provide solutions in the form of structural analysis of earthquake-resistant school buildings, the design is carried out by following existing regulations to fulfill all earthquake-resistant school building designs. The results of the analysis are in the form of working drawings and structural analysis reports that can be used by the school in constructing school buildings.

Keywords: *Earthquake, School Buildings, Reinforced Concrete Structures, SRPMK*

1. PENDAHULUAN

Sekolah merupakan suatu tempat atau lembaga yang mempunyai peran penting dalam mendidik manusia untuk berperilaku yang baik, berdasarkan tujuan Pendidikan nasional pada UU Nomor 20 tahun 2003 disebutkan fungsi dan tujuan Pendidikan nasional yaitu Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab (Departemen Pendidikan Nasional, 2003).

Mencapai tujuan Pendidikan nasional harus melibatkan seluruh elemen sekolah diantaranya pendidik, peserta didik, tenaga kependidikan, dan sarana dan prasarana sekolah, diantara sarana dan prasarana itu merupakan gedung sekolah. Gedung sekolah merupakan tempat melakukan kegiatan belajar dan mengajar, gedung sekolah harus memberikan rasa aman dan nyaman terhadap elemen sekolah agar meningkatkan motivasi peserta didik dan guru dalam kegiatan belajar mengajar.

Gempa bumi merupakan suatu bencana alam yang dapat merusak bangunan, tidak terkecuali bangunan sekolah. Bangunan sekolah merupakan komponen integral dari infrastruktur suatu negara dan daerah. Setiap hari, lebih dari 1 miliar siswa bersekolah di seluruh dunia, dan oleh karena itu sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan yang menampung siswa dan guru menyediakan lingkungan yang aman bagi penghuninya. Sayangnya, banyak dari bangunan ini berada di daerah dengan tingkat gempa yang tinggi, dan sejumlah besar struktur seperti itu tidak dirancang dan dibangun secara memadai; sehingga tidak memberikan life safety (LS) bagi penghuninya. Kombinasi seperti itu telah mengakibatkan runtuhnya banyak gedung sekolah dalam gempa bumi baru-baru dan selanjutnya hilangnya siswa dan staf (Kit Miyamoto, Gilani, & Wada, 2011).

Pengabdian kepada Masyarakat merupakan suatu kegiatan implementasi atau penelitian ilmu pengetahuan yang dimiliki

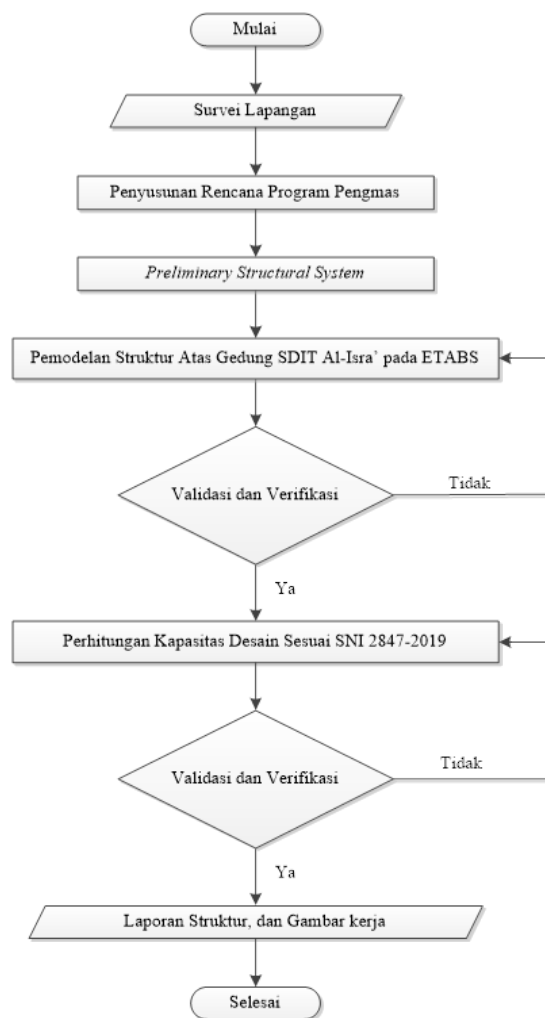
pihak akademisi terhadap permasalahan yang dialami masyarakat, tim akademisi yang mempunyai kemampuan dalam memberikan solusi diantaranya memberikan desain struktur atas bangunan gedung sekolah tahan gempa. Gedung sekolah merupakan elemen penting yang mempunyai resiko tinggi terhadap korban jiwa apabila terjadi gempa, perlunya mendesain bangunan tahan gempa untuk memastikan seluruh elemen sekolah aman jika terjadi gempa.

Sekolah Dasar Islam Terpadu (SDIT) Al-Isra' Jatiasih Bekasi akan melakukan pembangunan gedung sekolah, pihak sekolah membutuhkan bantuan berupa acuan desain pembangunan gedung sekolah tahan gempa, pihak tim akademisi Universitas Muhammadiyah Jakarta ingin memberikan bantuan berupa implementasi ilmu dalam mewujudkan bangunan gedung sekolah tahan gempa, pada pengabdian masyarakat ini tim akademisi UMJ akan melakukan analisa struktur atas SDIT Al-Isra, hasil analisa tersebut berupa gambar kerja dan laporan analisa struktur yang nantinya dapat digunakan pihak sekolah dalam membangun gedung sekolah tahan gempa.

Mencapai objektif agar seluruh elemen sekolah dapat melakukan kegiatan belajar mengajar maka perlu disediakan bangunan yang nyaman dan aman, pada PkM ini struktur atas SDIT Al-Isra' Jatiasih Kota Bekasi akan didesain berdasarkan peraturan yang berlaku, bangunan sekolah tersebut harus memenuhi SNI 1727-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (Badan Standarasi Nasional, 2019), SNI 1726: 2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (Badan Standarasi Nasional, 2019), dan SNI 2847-2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (Standar Nasional Indonesia, 2019). Tim PkM Universitas Muhammadiyah Jakarta akan melakukan desain struktur atas, desain dimulai dengan perancangan geometri gedung sekolah, selanjutnya akan ada luaran berbentuk laporan analisa struktur, dan gambar kerja. Laporan analisa struktur, dan gambar kerja dapat memberikan informasi ke pihak SDIT Al-Isra' mengenai membangun struktur atas gedung sekolah tahan gempa.

2. METODE PELAKSANAAN

PkM dimulai dengan melakukan survei ke lokasi gedung sekolah yang akan dibangun, survei dilakukan oleh seluruh tim ke Jatiasih Kota Bekasi, tim terdiri dari dosen, mahasiswa, dan tendik, kolaborasi ini diharapkan memberikan pengalaman kepada mahasiswa mengenai penerapan ilmu langsung di lapangan. Survei dilakukan untuk mendapatkan beberapa data teknis dan non teknis, diantaranya luas lokasi yang akan dibangun, kondisi tanah, dan situasi daerah tersebut. Setelah melakukan survei akan disusun rencana program PkM. Diagram alir kegiatan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir PkM.

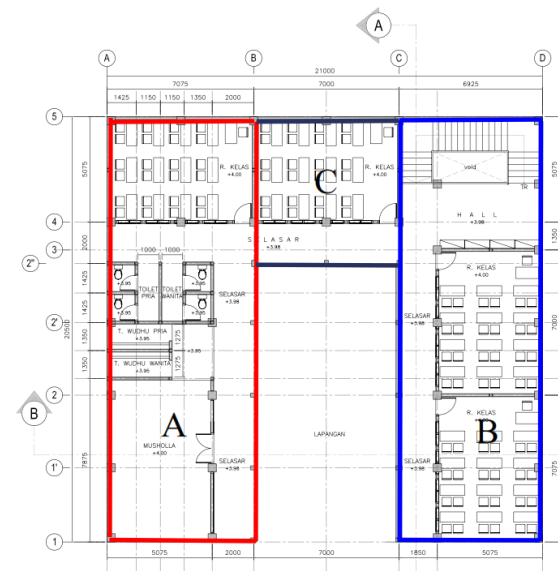
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancaan Struktur

Gedung sekolah tersebut mempunyai 3 lantai dan berbentuk U, bentuk bangunan yang tidak simetris diperlukan perencanaan khusus dikarenakan. Pemisahan bangunan atau dilatasi diperlukan untuk menghindari terjadi benturan antar struktur gedung yang mengakibatkan kerusakan pada bangunan akibat gempa bumi.

Penelitian mengenai pemisahan bangunan dan perencanaan bangunan yang tidak simetris sudah diteliti oleh (Wayan Mira Theresilia Lamia Ronny Pandaleke & Dwi Handono, 2020) dan (Sunaryati & Lestari, 2019), sehingga dapat dijadikan rujukan dalam melaksanakan PkM ini.

Pada gambar dibawah merupakan bentuk awal bangunan dan selanjutnya dibagi menjadi 3 bangunan, yaitu A, B, dan C. Pada paper ini hanya dijelaskan salah satu perencanaan dari 3 bangunan tersebut yaitu bangunan A.



Gambar 2. Gambar arsitektur denah bangunan

Data Umum Bangunan

Data umum keseluruhan bangunan dan bangunan A sebagai berikut.

Fungsi bangunan	: Gedung sekolah
Panjang total	: 21 m
Lebar total	: 20,5 m
Panjang bangunan A	: 20,5 m
Lebar bangunan A	: 7,025 m
Tinggi bangunan	: 11,6 m
Lokasi	: Bekasi, Jawa Barat
Struktur bangunan	: Beton bertulang

Dimensi Elemen Struktur

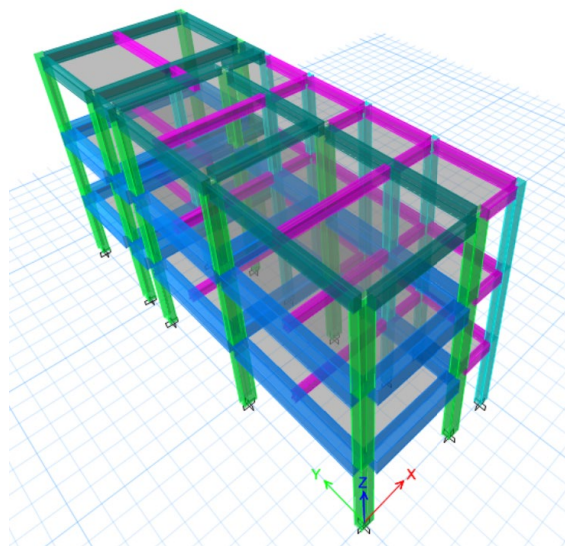
1. Kolom
 K1 : 350 mm x 650 mm
 K2 : 300 mm x 450 mm
2. Balok
 B1 : 350 mm x 700 mm
 B2 : 300 mm x 450 mm
 B3 : 300 mm x 550 mm
3. Pelat
 P1 (lantai) : 120 mm
 P2 (dak) : 100 mm
 Tangga : 120 mm

Data Material

Mutu Beton ($f'c$) : 24,90 MPa
 Mutu Baja : BJTD40

Pemodelan Struktur

Struktur dianalisa menggunakan perangkat lunak ETABS 19, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan Struktur

Data Umum Bangunan

Perencanaan pembebanan mengacu kepada SNI 1727-2020 (Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain).

Kontrol jumlah Ragam/Partisipasi Massa

SNI 1726-2019 mensyaratkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100 % dari

massa struktur atau paling sedikit 90% dari massa aktual.

Tabel 1. Partisipasi massa ragam

Case	Mode	Period (detik)	Sum UX (%)	Sum UY (%)
Modal	1	0,638	0,6793	0,0013
Modal	2	0,512	0,688	0,868
Modal	3	0,479	0,871	0,8862
Modal	4	0,216	0,9436	0,8864
Modal	5	0,175	0,9448	0,9784
Modal	6	0,158	0,9731	0,9795
Modal	7	0,136	0,9897	0,9796
Modal	8	0,11	0,9899	0,9998
Modal	9	0,094	1	1
Modal	10	0,042	1	1
Modal	11	0,039	1	1
Modal	12	0,032	1	1

Dari tabel diatas terlihat partisipasi masa ragam sudah melebihi 90% di setiap arah horizontal utama.

Kontrol Periode Stuktur

Periode fundamental struktur, T , tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung C_u dan periode fundamental pendekatan, T_a .

$$\text{Nilai } S_{D1} = 0,5008 \text{ g}$$

$$\text{Koefisien } C_u = 1,4$$

$$C_t = 0,0466$$

$$X = 0,9$$

Tinggi Bangunan (Seismik)

$$h = 11,6 \text{ m}$$

Periode Fundamental Pendekatan

$$T_a = C_t \times h_x = 0,4231 \text{ detik}$$

Periode Maksimum, T_{max}

$$T_{max} = C_u \times T_a = 0,592 \text{ detik}$$

Periode hasil software Arah x, T_{cx}

$$T_{cx} = 0,638 \text{ detik}$$

Periode hasil software Arah y, T_{cy}

$$T_{cy} = 0,512 \text{ detik}$$

Periode digunakan Arah x, T_x

$$T_x = 0,592 \text{ detik}$$

Periode digunakan Arah y, T_y

$$T_y = 0,512 \text{ detik}$$

Penskalaan Gaya

SNI 03-1726-2019 dijelaskan jika kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100 % dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t .

Koefisien modifikasi respons (R) = 8
 Faktor kuat-lebih sistem (Ω_0) = 3
 Faktor pembesaran defleksi (C_d) = 5,5
 Faktor skala awal = $g/(R \times I_e) = 1,8393$
 Gaya geser analisis ragam, V
 $V_x = 375,988$ kN
 $V_y = 455,414$ kN
 Gaya geser dasar seismik, $V_t = C_s \times W$
 $V_x = 514,084$ kN
 $V_y = 514,084$ kN
 Penskalaan gaya = V/V_t
 Arah x = 1,367
 Arah y = 1,129
 Faktor skala baru
 Arah x = 2,514
 Arah y = 2,075

Tabel 2. Gaya geser dasar

Jenis beban		F_x (kN)	F_y (kN)
Statik	RSPX	-514,40	
	RSPY		-514,40
Dinamik	EQDX	514,01	
	EDY		514,01

Hasil dari gaya geser dasar terlihat gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) sudah 100 % dari gaya geser (V).

Kontrol Simpangan Antar Lantai (Story Drift)

Simpangan antar tingkat desain, tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin.

Tabel 3. Simpangan Lantai Arah x (Δ_x)

Lantai	h_{sx} (mm)	δ_x (mm)	Δ_x mm	Δ_a mm	Cek
Dak	3800	17,51	14,02	76	OK
LT.2	3800	13,68	25,46	95	OK
LT.1	4000	6,742	24,72	100	OK

Tabel 4. Simpangan Lantai Arah y (Δ_y)

Lantai	h_{sy} mm	δ_y (mm)	Δ_y mm	Δ_a mm	Cek
Dak	3800	11,60	9,36	76	OK
LT. 2	3800	9,10	16,5403	95	OK
LT. 1	4000	4,59	16,85	100	OK

Dari tabel terlihat bahwa simpangan lantai arah x dan arah y tidak melebihi simpangan izin.

Kontrol pengaruh P-Delta

Pengaruh P-delta pada geser dan momen tingkat, jika koefisien stabilitas (θ) sama atau kurang dari 0,10 maka gaya dan momen

elemen struktur, dan simpangan antar lantai tidak perlu diperhitungkan.

Tabel 5. Komponen Pengaruh P- θ Arah x

Lantai	h_{sx} (mm)	P (kN)	V_x (kN)	Δ_x mm
Dak	3800	4953,67	514,01	14,029
LT. 2	3800	2949,68	397,46	25,461
LT. 1	4000	905,55	172,74	24,721

Tabel 6. Kontrol Pengaruh P- θ Arah x

Lantai	h_{sx} (mm)	θ_x	θ_{max}	Cek
Dak	3800	0,0097	0,0909	OK
LT.2	3800	0,0136	0,0909	OK
LT.1	4000	0,0088	0,0909	OK

Tabel 7. Komponen Pengaruh P- θ Arah y

Lantai	h_{sx} (mm)	P (kN)	V_y (kN)	Δ_y mm
Dak	3800	4953,67	514,01	9,36
LT. 2	3800	2949,68	394,95	16,54
LT. 1	4000	905,55	171,73	16,85

Tabel 8. Kontrol Pengaruh P- θ Arah y

Lantai	h_{sx} (mm)	θ_y	θ_{max}	Cek
Dak	3800	0,0065	0,0909	OK
LT.2	3800	0,0089	0,0909	OK
LT.1	4000	0,0061	0,0909	OK

Pengaruh P-Delta dapat diabaikan karena koefisien stabilitas struktur dibawah koefisien stabilitas maksimum.

Seluruh pengecekan desain struktur gedung SDIT Al-Isra' sudah memenuhi SNI 1726-2019, selanjutnya dari dimensi elemen struktur yang didapat, selanjutnya dapat dilakukan penentuan penulangan beton bertulang sesuai SNI 2847-2019. Penjelasan penulangan tidak dijelaskan pada tulisan ini.

KESIMPULAN

Perencanaan struktur bangunan sekolah harus didesain sesuai dengan peraturan berlaku, pada PkM ini telah didesain struktur atas yang sudah memenuhi semua peraturan, sehingga hasil desain ini dapat digunakan pihak mitra dalam membangun bangunan sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Jakarta atas dukungan dana melalui Pendanaan Hibah PengMas Internal

Tahun Pelaksanaan 2021, dan terima kasih kepada pihak sekolah SDIT Al-Isra' Jatiasih Kota Bekasi sebagai mitra pada PkM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pendidikan Nasional. (2003). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta.
- Kit Miyamoto, H., Gilani, A. S. j., & Wada, A. (2011). Damage mitigation for school buildings in seismically vulnerable regions. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 2(1), 8–29.
<https://doi.org/10.1108/17595901111108344>
- Standar Nasional Indonesia. (2020). *SNI 1727-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. Retrieved from www.bsn.go.id
- Standar Nasional Indonesia. (2019). SNI 1726-2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. *Badan Standarisasi Nasional*. Jakarta. Retrieved from www.bsn.go.id
- Standar Nasional Indonesia. (2019). SNI 2847-2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. *Badan Standarisasi Nasional*. Jakarta. Retrieved from www.bsn.go.id
- Sunaryati, J., & Lestari, S. (2019). Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber-Layout L dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok dan Kolom Disekitar Dilatasi. *6th ACE Conference*, 215–238. Padang.
- Wayan Mira Theresilia Lamia Ronny Pandaleke, N. E., & Dwi Handono, B. (2020). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Denah Bangunan Berbentuk “L.” *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 519–532.