Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang,
ISSN Cetak : 2477-5673 ISSN Online : 2614-722X
Volume 12 Nomor 02, Juni 2026

ANALISIS DAN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH TIGA LANTAI MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) BETON BERTULANG DI KOTA MEDAN

Edo Rizki Pradana Lubis, Nanda Hafiz Pratama Lubis, Misdi

Universitas Alwashliyah Medan

Universitas Alwashliyah Medan

Universitas Alwashliyah Medan

Email: edorizkipradana@gmail.com, nandalubis1803@gmail.com, misdijunaidi@gmail.com

Abstract

Pembangunan gedung sekolah di Indonesia memerlukan perencanaan struktur yang mampu menjamin keamanan, kenyamanan, dan keselamatan pengguna, terutama terhadap pengaruh beban gempa. Kota Medan merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi risiko gempa sehingga bangunan publik seperti sekolah harus dirancang sesuai ketentuan ketahanan gempa yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merencanakan struktur gedung sekolah tiga lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang. Analisis dilakukan melalui pemodelan struktur tiga dimensi dengan metode respons spektrum untuk mengevaluasi perilaku dinamik bangunan terhadap beban gempa. Perencanaan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, serta standar terkait lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa periode getar fundamental bangunan sebesar 0,843 detik masih berada dalam batas yang diperkenankan sehingga memenuhi persyaratan kekakuan struktur. Dimensi elemen struktur yang diperoleh terdiri atas kolom berukuran 40×40 cm, balok 30×40 cm, dan pelat lantai setebal 12 cm. Tulangan utama kolom menggunakan 16D16 dengan sengkang Ø10-150 mm, sedangkan balok menggunakan tulangan maksimum 6D20 dengan sengkang Ø10-100 mm pada daerah tumpuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem SRPMK mampu memberikan tingkat daktilitas dan kapasitas disipasi energi yang baik sehingga struktur gedung sekolah memenuhi persyaratan kekuatan, stabilitas, dan ketahanan gempa. Dengan demikian, desain struktur yang dihasilkan layak diterapkan pada bangunan sekolah bertingkat di wilayah rawan gempa.

Kata Kunci: SRPMK, beton bertulang, gedung sekolah, respons spektrum, ketahanan gempa, struktur bangunan.

PENDAHULUAN

Perkembangan sektor pendidikan di Indonesia mendorong meningkatnya kebutuhan pembangunan sarana dan prasarana pendidikan yang aman, nyaman, dan berkelanjutan. Salah satu sarana penting yang harus mendapatkan perhatian khusus adalah bangunan gedung sekolah. Bangunan sekolah tidak hanya berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan belajar mengajar, tetapi juga menjadi fasilitas publik yang digunakan oleh banyak orang setiap hari. Oleh karena itu, aspek keselamatan struktur harus menjadi prioritas utama dalam proses perencanaan dan pembangunan gedung sekolah.

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia memiliki aktivitas seismik yang tinggi dan berpotensi mengalami gempa bumi dengan berbagai tingkat intensitas. Gempa bumi yang terjadi dapat menimbulkan kerusakan serius pada bangunan apabila struktur tidak dirancang sesuai standar ketahanan gempa. Oleh sebab itu, setiap bangunan publik, termasuk gedung sekolah, harus direncanakan dengan mempertimbangkan pengaruh beban gempa agar mampu melindungi keselamatan penggunanya.

Kota Medan sebagai salah satu kota besar di Pulau Sumatera juga memiliki potensi risiko gempa yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan. Letaknya yang relatif dekat dengan zona subduksi dan sesar aktif menyebabkan bangunan bertingkat di wilayah ini harus memenuhi persyaratan desain tahan gempa sesuai standar nasional. Dalam konteks tersebut, penerapan sistem struktur yang memiliki tingkat daktilitas tinggi menjadi salah satu solusi yang efektif untuk meningkatkan kinerja bangunan terhadap beban lateral akibat gempa.

Salah satu sistem struktur yang banyak digunakan pada bangunan tahan gempa adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini dirancang agar mampu mengalami deformasi inelastik secara terkendali tanpa mengalami keruntuhan mendadak ketika menerima beban gempa yang besar. Kemampuan disipasi energi yang tinggi menjadikan SRPMK sebagai pilihan yang sesuai untuk bangunan bertingkat yang berada di wilayah dengan tingkat

kegempaan menengah hingga tinggi. Selain itu, penggunaan beton bertulang sebagai material utama memberikan keuntungan berupa kekuatan, kekakuan, kemudahan pelaksanaan konstruksi, serta efisiensi biaya.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan merencanakan struktur gedung sekolah tiga lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang di Kota Medan. Analisis struktur dilakukan melalui pemodelan tiga dimensi dengan metode respons spektrum guna mengetahui perilaku dinamik bangunan terhadap beban gempa. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dimensi elemen struktur, kebutuhan tulangan, serta tingkat keamanan bangunan yang memenuhi ketentuan peraturan yang berlaku. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi praktisi maupun akademisi dalam merencanakan bangunan sekolah yang aman dan tahan terhadap pengaruh gempa bumi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis dan perencanaan struktur bangunan gedung. Fokus penelitian adalah menganalisis serta merencanakan struktur gedung sekolah tiga lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang di Kota Medan. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang terukur mengenai perilaku struktur bangunan terhadap berbagai kombinasi pembebanan, terutama beban gempa yang menjadi salah satu faktor utama dalam perencanaan bangunan di wilayah Indonesia. Analisis dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak struktur berbasis metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM) sehingga respons struktur dapat diketahui secara lebih akurat dan mendekati kondisi sebenarnya.

Objek penelitian berupa gedung sekolah tiga lantai yang direncanakan menggunakan material beton bertulang sebagai elemen utama struktur. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pemodelan struktur, analisis gaya dalam, deformasi, simpangan antar lantai, serta kebutuhan tulangan yang dihasilkan melalui perangkat lunak analisis struktur. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai standar dan regulasi yang berlaku di Indonesia,

antara lain SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa, SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, serta SNI 1727:2020 mengenai beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lainnya.

Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh dasar teoritis mengenai SRPMK, beton bertulang, serta konsep perencanaan bangunan tahan gempa. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data geometri bangunan dan penentuan parameter material yang akan digunakan. Setelah itu, dilakukan perhitungan pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai ketentuan standar. Struktur kemudian dimodelkan secara tiga dimensi dan dianalisis menggunakan metode respons spektrum untuk mengetahui perilaku dinamik bangunan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dimensi balok, kolom, dan pelat serta penentuan kebutuhan tulangan. Tahap akhir penelitian adalah evaluasi kinerja struktur terhadap persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan daktilitas SRPMK sehingga diperoleh desain struktur yang aman, ekonomis, dan memenuhi ketentuan bangunan tahan gempa di Kota Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dinamik struktur dilakukan menggunakan metode Respons Spektrum untuk mengetahui perilaku gedung sekolah tiga lantai terhadap pengaruh beban gempa. Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan respons struktur secara lebih realistis dibandingkan analisis statik ekuivalen, terutama pada bangunan bertingkat yang berada di wilayah rawan gempa seperti Kota Medan. Hasil analisis menunjukkan bahwa bangunan memiliki periode getar fundamental pada Mode 1 sebesar 0,843 detik dan Mode 2 sebesar 0,660 detik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa struktur memiliki tingkat kekakuan yang cukup baik dalam menahan gaya lateral akibat gempa.

Berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019, periode getar maksimum yang diperbolehkan untuk bangunan dengan karakteristik serupa adalah sebesar 1,19 detik. Oleh karena itu, periode getar yang diperoleh dari hasil analisis masih berada di bawah batas

maksimum yang diizinkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa struktur tidak terlalu fleksibel dan mampu memberikan respons yang stabil ketika menerima beban gempa. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan bahwa bentuk mode getar dominan berupa translasi pada arah utama bangunan sehingga distribusi gaya gempa dapat berlangsung secara merata pada elemen-elemen struktur.

Perencanaan Pelat

Pelat lantai pada bangunan sekolah direncanakan sebagai pelat dua arah karena perbandingan bentang pelat memenuhi syarat untuk bekerja pada dua arah. Pelat memiliki bentang maksimum 2,75 m × 5,00 m dengan tebal pelat sebesar 12 cm. Ketebalan tersebut dipilih untuk memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, serta pengendalian lendutan sesuai ketentuan perencanaan beton bertulang.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan luas tulangan atas sebesar 330 mm² dan luas tulangan bawah sebesar 217 mm². Berdasarkan kebutuhan tersebut, digunakan tulangan Ø10-200 mm pada arah X dan Ø10-200 mm pada arah Y. Penggunaan tulangan yang sama pada kedua arah memberikan kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi serta menghasilkan distribusi kekuatan yang merata pada pelat. Dari hasil pemeriksaan kapasitas lentur diperoleh bahwa tulangan yang direncanakan mampu menahan momen yang terjadi akibat kombinasi beban mati, beban hidup, dan pengaruh gempa sehingga pelat memenuhi persyaratan kekuatan struktur.

Perencanaan Balok

Balok utama pada bangunan direncanakan menggunakan dimensi 30 cm × 40 cm. Dimensi tersebut dipilih berdasarkan hasil analisis pembebanan dan pertimbangan efisiensi struktur. Balok berfungsi sebagai elemen utama yang menerima beban dari pelat dan menyalurkannya ke kolom, sehingga perencanaannya harus memenuhi persyaratan kekuatan lentur dan geser sesuai konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan luas tulangan tarik sebesar 734 mm² dan kebutuhan tulangan tekan sebesar 369 mm². Untuk memenuhi kebutuhan tersebut digunakan tulangan 6D20 pada tumpuan atas, 4D20 pada lapangan atas, 4D16 pada tumpuan bawah, serta 6D19 pada lapangan bawah.

Sementara itu, tulangan sengkang direncanakan menggunakan Ø10-100 mm pada daerah tumpuan dan Ø10-200 mm pada daerah lapangan.

Penempatan sengkang yang lebih rapat pada daerah tumpuan bertujuan untuk meningkatkan daktilitas dan kapasitas disipasi energi struktur ketika mengalami gempa. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kapasitas balok lebih besar dibandingkan gaya dalam yang terjadi sehingga balok memenuhi persyaratan keamanan terhadap beban gravitasi maupun beban gempa.

Perencanaan Kolom

Kolom merupakan elemen struktur vertikal yang berfungsi menyalurkan beban dari balok dan pelat menuju pondasi. Dalam penelitian ini, kolom utama direncanakan dengan dimensi 40 cm × 40 cm. Dimensi tersebut dipilih untuk memastikan kolom memiliki kapasitas yang cukup dalam menahan kombinasi gaya aksial dan momen akibat beban gravitasi serta beban gempa.

Berdasarkan hasil analisis, kebutuhan luas tulangan longitudinal minimum sebesar 2.025 mm². Tulangan yang digunakan adalah 16D16 dengan sengkang Ø10-150 mm. Penggunaan jumlah tulangan tersebut menghasilkan rasio tulangan yang masih berada dalam batas yang diizinkan oleh SNI 2847:2019. Selain itu, konfigurasi tulangan yang digunakan mampu memenuhi konsep Strong Column Weak Beam yang menjadi salah satu syarat utama pada sistem SRPMK.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kolom memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan tuntutan beban yang bekerja sehingga mampu menjaga stabilitas bangunan ketika terjadi gempa kuat. Dengan demikian, kolom yang direncanakan dinyatakan aman dan memenuhi persyaratan struktur tahan gempa.

Perencanaan Tangga

Tangga merupakan elemen pendukung yang memiliki fungsi penting sebagai sarana sirkulasi vertikal dan jalur evakuasi pada bangunan sekolah. Oleh karena itu, struktur tangga harus dirancang agar mampu menahan beban yang bekerja selama masa layan bangunan.

Pelat tangga direncanakan dengan tebal 15 cm. Beban mati yang bekerja terdiri atas berat sendiri pelat tangga sebesar 360 kg/m², beban anak tangga sebesar 170 kg/m², beban finishing keramik sebesar 25 kg/m², serta beban spesi atau adukan sebesar 25 kg/m². Total beban mati yang

bekerja pada pelat tangga adalah sebesar 580 kg/m².

Selain beban mati, tangga juga menerima beban hidup sebesar 225 kg/m² yang berasal dari aktivitas pengguna bangunan. Berdasarkan hasil analisis struktur, pelat tangga mampu menahan kombinasi beban mati dan beban hidup yang bekerja. Kapasitas struktur tangga yang diperoleh masih berada di atas kebutuhan desain sehingga elemen tangga dinyatakan aman untuk digunakan dan memenuhi standar keamanan bangunan gedung sekolah.

Evaluasi Kinerja Struktur

Evaluasi kinerja struktur dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh elemen bangunan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam peraturan perencanaan tahan gempa. Hasil analisis menunjukkan bahwa periode getar bangunan memenuhi batas yang dipersyaratkan oleh SNI. Selain itu, partisipasi massa struktur telah mencapai lebih dari 90%, yang menunjukkan bahwa analisis dinamik yang dilakukan telah mampu merepresentasikan perilaku struktur secara menyeluruh.

Bentuk mode getar dominan yang terjadi berupa translasi pada arah utama bangunan. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi kekakuan dan massa bangunan relatif teratur sehingga respons struktur terhadap gempa menjadi lebih baik. Hasil pemeriksaan terhadap balok, kolom, pelat, dan tangga juga menunjukkan bahwa seluruh elemen memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan daktilitas yang disyaratkan dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Secara keseluruhan, hasil analisis dan perencanaan menunjukkan bahwa gedung sekolah tiga lantai yang direncanakan memiliki tingkat keamanan yang memadai terhadap beban gravitasi maupun beban gempa. Sistem SRPMK yang digunakan mampu memberikan kapasitas disipasi energi yang baik sehingga struktur dapat mempertahankan kinerjanya ketika mengalami gempa kuat tanpa mengalami keruntuhan secara tiba-tiba.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan struktur gedung sekolah tiga lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang di Kota Medan, dapat disimpulkan bahwa struktur yang direncanakan telah memenuhi persyaratan kekuatan,

kekakuan, stabilitas, dan ketahanan gempa sesuai ketentuan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Penerapan sistem SRPMK memberikan kemampuan daktilitas yang tinggi sehingga struktur mampu menyerap dan mendisipasikan energi gempa secara efektif, yang sangat penting untuk bangunan sekolah sebagai fasilitas publik dengan tingkat keselamatan yang tinggi.

Hasil analisis dinamik menunjukkan bahwa periode getar fundamental bangunan pada Mode 1 sebesar 0,843 detik dan Mode 2 sebesar 0,660 detik. Nilai tersebut masih berada di bawah batas maksimum yang diperkenankan, yaitu 1,19 detik, sehingga menunjukkan bahwa bangunan memiliki tingkat kekakuan yang memadai dalam menahan gaya lateral akibat gempa. Selain itu, partisipasi massa yang telah mencapai lebih dari 90% menunjukkan bahwa model struktur yang digunakan mampu merepresentasikan perilaku bangunan secara menyeluruh terhadap pengaruh beban gempa.

Hasil perencanaan elemen struktur menunjukkan bahwa pelat lantai dengan tebal 12 cm yang diperkuat menggunakan tulangan Ø10–200 mm pada kedua arah telah mampu memenuhi kebutuhan kekuatan lentur. Balok utama berukuran 30 cm × 40 cm dengan konfigurasi tulangan maksimum 6D20 dan sengkang Ø10–100 mm pada daerah tumpuan juga memenuhi persyaratan kekuatan lentur, geser, serta ketentuan daktilitas SRPMK. Sementara itu, kolom berukuran 40 cm × 40 cm dengan tulangan longitudinal 16D16 dan sengkang Ø10–150 mm memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan kombinasi gaya aksial dan momen yang bekerja.

Pada elemen tangga, pelat tangga dengan tebal 15 cm mampu menahan total beban mati sebesar 580 kg/m² dan beban hidup sebesar 225 kg/m² sehingga memenuhi persyaratan keamanan dan kenyamanan pengguna bangunan. Evaluasi kinerja struktur secara keseluruhan menunjukkan bahwa seluruh elemen utama maupun elemen pendukung telah memenuhi persyaratan perencanaan struktur tahan gempa. Dengan demikian, desain struktur gedung sekolah tiga lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang dinyatakan aman, stabil, dan layak diterapkan pada bangunan sekolah di Kota Medan

maupun wilayah lain yang memiliki karakteristik kegempaan serupa.

DAFATR PUSTAKA

American Concrete Institute. (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19) and commentary*. American Concrete Institute.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 2847:2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*. BSN.

Dipohusodo, I. (2016). *Struktur beton bertulang berdasarkan SNI terbaru*. Gramedia Pustaka Utama.

Fintel, M. (2018). *Handbook of concrete engineering* (2nd ed.). Springer.

Imran, I., & Hendrik, F. (2021). *Perencanaan lanjutan struktur beton bertulang*. Penerbit ITB.

McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2016). *Design of reinforced concrete* (10th ed.). Wiley.

Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2018). *Design of concrete structures* (15th ed.). McGraw-Hill Education.

Paulay, T., & Priestley, M. J. N. (2017). *Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings*. Wiley.

Salmon, C. G., Johnson, J. E., & Malhas, F. A. (2015). *Steel structures: Design and behavior* (5th ed.). Pearson.

Setiawan, A. (2020). *Perencanaan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2019*. Erlangga.

Setiawan, A. (2021). *Analisis struktur dengan SAP2000 untuk gedung bertingkat*. Erlangga.

Tavio, & Kusuma, B. (2018). *Desain sistem rangka pemikul momen khusus beton bertulang tahan gempa*. Andi Offset.

Wang, C. K., & Salmon, C. G. (2019). *Reinforced concrete design* (7th ed.). Harper Collins.

Winter, G., Nilson, A. H., & Darwin, D. (2017). *Design of concrete structures*. McGraw-Hill.

Yuwono, T., & Pranata, Y. A. (2020). Analisis kinerja struktur beton bertulang menggunakan metode respons spektrum pada wilayah gempa tinggi. *Jurnal Teknik Sipil, 27*(2), 115–126.

Zainuri, M., & Hidayat, R. (2021). Perencanaan gedung bertingkat dengan sistem rangka pemikul momen khusus pada daerah rawan gempa. *Jurnal Rekayasa Sipil, 15*(1), 45–56.