

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik yang sangat tinggi di dunia karena berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Kondisi geotektonik tersebut menjadikan Indonesia termasuk dalam kawasan *Ring of Fire* yang memiliki potensi gempa bumi yang tinggi dan berulang. Aktivitas tektonik ini menyebabkan wilayah Indonesia sering mengalami gempa bumi dengan intensitas yang bervariasi dan berpotensi menimbulkan kerusakan pada bangunan serta infrastruktur. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, pada tahun 2025 tercatat lebih dari 43.000 kejadian gempa bumi di wilayah Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa risiko kegempaan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan struktur bangunan agar mampu meminimalkan kerusakan serta melindungi keselamatan manusia (BMKG., 2026).

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, diperlukan sistem struktur yang memiliki kemampuan untuk menahan beban gempa secara efektif serta memiliki tingkat daktilitas yang memadai. Salah satu sistem struktur yang banyak digunakan pada bangunan beton bertulang adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini dirancang agar memiliki kemampuan deformasi yang tinggi sehingga mampu menyerap energi gempa melalui mekanisme plastis pada elemen struktur tertentu tanpa menyebabkan keruntuhan secara tiba-tiba. Prinsip utama dalam perencanaan SRPMK adalah konsep *strong column-weak beam*, yaitu kolom harus memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan balok sehingga mekanisme plastis diharapkan terjadi terlebih dahulu pada balok dan menghasilkan perilaku struktur yang lebih daktil saat menerima beban gempa (Barus & Chairina., 2024).

Perencanaan struktur beton bertulang di Indonesia diatur dalam standar nasional yaitu SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Standar ini merupakan pembaruan dari standar sebelumnya yang disesuaikan dengan perkembangan ilmu rekayasa struktur dan kebutuhan desain bangunan tahan gempa. Dalam standar tersebut dijelaskan secara rinci mengenai ketentuan perencanaan elemen struktur seperti balok, kolom, serta hubungan balok-kolom yang merupakan bagian penting dalam sistem rangka pemikul momen khusus. Penerapan standar terbaru ini

bertujuan untuk meningkatkan kinerja struktur terhadap beban gempa melalui penerapan ketentuan detailing tulangan yang lebih ketat dan lebih sesuai dengan kondisi kegempaan di Indonesia (Hanif, Sitompul, & Yuniarto., 2022).

Salah satu komponen penting dalam desain elemen beton bertulang pada sistem SRPMK adalah tulangan transversal berupa sengkang pengekang. Tulangan ini memiliki fungsi untuk memberikan pengekangan pada beton inti, meningkatkan kekuatan geser elemen struktur, serta menjaga stabilitas tulangan longitudinal agar tidak mengalami tekuk ketika menerima beban gempa. Pada daerah sendi plastis yang mengalami deformasi besar selama gempa, keberadaan sengkang pengekang sangat penting dalam mempertahankan integritas struktur sehingga mampu menahan gaya yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan secara tiba-tiba (Wardi & Ardiansyah., 2022).

SNI 2847:2019 menetapkan persyaratan khusus mengenai jarak maksimum sengkang pengekang terutama pada daerah kritis struktur seperti kolom dan hubungan balok-kolom dalam sistem SRPMK. Ketentuan tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas daktilitas dan kemampuan disipasi energi pada elemen struktur ketika terjadi gempa. Semakin rapat jarak sengkang pengekang pada daerah sendi plastis, maka kemampuan beton inti untuk menahan deformasi akan semakin baik. Oleh karena itu, ketentuan mengenai jarak sengkang pengekang menjadi salah satu aspek penting dalam memastikan kinerja struktur beton bertulang terhadap beban gempa (Hanif et al., 2022).

Namun dalam praktik perencanaan maupun pelaksanaan konstruksi di lapangan, masih sering ditemukan ketidaksesuaian antara ketentuan standar dengan penerapannya. Beberapa kasus menunjukkan bahwa jarak sengkang pengekang yang digunakan pada elemen struktur tidak selalu memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam standar perencanaan. Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti keterbatasan pemahaman terhadap standar desain, kurangnya ketelitian dalam proses perencanaan struktur, maupun pertimbangan efisiensi biaya konstruksi. Ketidaksesuaian tersebut dapat mengurangi kemampuan pengekangan beton inti sehingga menurunkan kapasitas daktilitas struktur dan meningkatkan potensi kerusakan pada daerah hubungan balok-kolom saat terjadi gempa (Barus & Chairina., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas analisis dan evaluasi desain struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus. Penelitian yang dilakukan oleh Hanif, Sitompul, dan Yuniarto (2022) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ketentuan detailing tulangan pada sambungan balok-kolom antara SNI

2847:2013 dan SNI 2847:2019 yang mempengaruhi desain tulangan transversal pada elemen struktur. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa standar terbaru memberikan persyaratan pengekangan yang lebih ketat guna meningkatkan kinerja struktur terhadap beban gempa.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Wardi dan Ardiansyah (2022) juga menunjukkan bahwa penerapan standar terbaru dalam perencanaan struktur beton bertulang dapat meningkatkan tingkat keamanan struktur terhadap beban gempa. Namun penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada perbandingan ketentuan antar standar serta analisis desain struktur secara umum. Penelitian tersebut belum secara khusus membahas evaluasi jarak sengkang pengekang pada daerah hubungan balok-kolom yang merupakan bagian penting dalam sistem rangka pemikul momen khusus.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian yang secara khusus mengevaluasi jarak sengkang pengekang pada hubungan balok-kolom berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian jarak sengkang pengekang pada hubungan balok-kolom berdasarkan standar yang berlaku. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan detailing tulangan transversal pada sistem rangka pemikul momen khusus serta memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas perencanaan struktur beton bertulang yang lebih aman terhadap beban gempa (Barus & Chairina, 2024; Hanif et al., 2022; Wardi & Ardiansyah., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perilaku jarak sengkang pada hubungan balok–kolom menurut SNI 2847:2019 terhadap pembebanan?
2. Bagaimana pengaruh konfigurasi jarak sengkang pada hubungan balok–kolom terhadap kapasitas geser dan daktilitas joint terhadap pembebanan?
3. Apakah jarak sengkang yang digunakan dalam desain telah optimal dan memenuhi kriteria SRPMK Ketika diberi beban?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini secara khusus dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Menganalisis perilaku jarak sengkang pengekang pada hubungan balok–kolom berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 terhadap pembebanan pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

2. Mengevaluasi pengaruh konfigurasi variasi jarak sengkang pengeang pada hubungan balok–kolom terhadap kapasitas geser joint dan tingkat daktilitas struktur akibat pembebanan.
3. Menilai tingkat keoptimalan jarak sengkang pengeang yang digunakan dalam desain berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 serta kesesuaiannya terhadap kriteria Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) ketika menerima pembebanan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang rekayasa struktur beton bertulang, terutama yang berkaitan dengan perilaku dan perancangan hubungan balok kolom (HBK) pada sistem rangka pemikul momen khusus. Daerah hubungan balok kolom merupakan elemen kritis dalam struktur bangunan tahan gempa karena menjadi titik pertemuan gaya internal dari balok dan kolom yang dapat mempengaruhi kinerja struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai pentingnya detail tulangan *transversal* berupa sengkang pengeang dalam meningkatkan kekangan beton, kapasitas geser, serta daktilitas sambungan struktur.

Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperluas pemahaman mengenai penerapan ketentuan SNI 2847:2019 dalam perencanaan struktur beton bertulang, khususnya pada bagian yang mengatur detailing tulangan pada daerah sendi plastis dan hubungan balok kolom. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan evaluasi detailing tulangan, perilaku sambungan struktur, maupun analisis kinerja struktur terhadap beban gempa. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pengembangan konsep perencanaan struktur tahan gempa yang lebih efektif dan sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak yang terlibat dalam bidang perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan, antara lain sebagai berikut:

1. Bagi praktisi teknik sipil (perencana struktur) Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam merancang detail tulangan sengkang pengekang pada daerah hubungan balok kolom agar sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019 dan mampu meningkatkan kinerja struktur terhadap beban gempa.
2. Bagi kontraktor atau pelaksana konstruksi Penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai pentingnya penerapan jarak sengkang yang tepat pada daerah kritis struktur, sehingga pelaksanaan penulangan di lapangan dapat dilakukan sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
3. Bagi akademisi dan peneliti Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi atau rujukan untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan analisis sambungan balok kolom, perilaku struktur beton bertulang terhadap gempa, serta pengembangan metode evaluasi detailing tulangan.
4. Bagi institusi Pendidikan Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dalam bidang rekayasa struktur, khususnya pada mata kuliah struktur beton bertulang dan struktur tahan gempa.
5. Bagi pengembangan standar perencanaan Temuan dalam penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai penerapan ketentuan SNI 2847:2019 dalam praktik perencanaan struktur, sehingga dapat menjadi masukan bagi pengembangan atau penyempurnaan standar perencanaan di masa mendatang.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan teori di bidang rekayasa struktur, tetapi juga memberikan manfaat nyata dalam praktik perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan yang lebih aman, efisien, dan tahan terhadap pengaruh beban gempa.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat batasan-batasan agar lebih terarah dan tidak meluas. Batasan penelitian sebagai berikut.

1. Struktur beton bertulang dengan sistem Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
2. Fokus pada hubungan balok–kolom interior
3. Variasi jarak sengkang tertentu (misal: 50 mm, 100 mm, 150 mm)
4. Analisis terbatas pada perilaku geser dan daktilitas

1.6 Keaslian TA

Keaslian Tugas Akhir ini terletak pada pendekatan yang digunakan untuk menganalisis evaluasi jarak sengkang pengekan pada hubungan balok kolom berdasarkan SNI 2847:2019 pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) melalui pengujian spesimen di laboratorium. Penelitian ini berfokus pada perilaku struktur beton bertulang pada daerah kritis yaitu hubungan balok kolom yang berperan penting dalam menahan beban gempa. Beberapa aspek yang menegaskan keaslian penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian sebelumnya yang membahas hubungan balok kolom sebagian besar berfokus pada analisis teoritis atau numerik serta menggunakan standar internasional seperti ACI 318. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengevaluasi jarak sengkang pengekan pada hubungan balok kolom berdasarkan SNI 2847:2019 sehingga lebih relevan dengan standar perencanaan struktur beton bertulang yang berlaku di Indonesia.
2. Penelitian ini menggunakan spesimen hubungan balok–kolom yang dibuat oleh peneliti dan diuji secara langsung di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro sehingga memungkinkan analisis perilaku struktur melalui hasil uji beban. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih nyata mengenai kinerja sambungan balok kolom dibandingkan penelitian yang hanya menggunakan pendekatan analitis atau simulasi.
3. Penelitian ini tidak hanya mengkaji aspek teoritis perencanaan struktur tetapi juga mengevaluasi dimensi balok dan kolom, detail tulangan pada daerah sendi plastis, serta jarak sengkang pengekan pada daerah hubungan balok kolom. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan referensi bagi perencana struktur dalam menerapkan detailing tulangan yang sesuai dengan SNI 2847:2019 guna meningkatkan kinerja struktur beton bertulang terhadap beban gempa.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini akan dibahas dan disusun bab demi bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang hal-hal yang melatar belakangi topik penelitian, permasalahan yang akan diteliti (rumusan masalah), pembatasan

masalah yang akan diteliti (batasan masalah), tujuan yang ingin dicapai (tujuan penelitian), manfaat penelitian, keaslian TA dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang tinjauan umum dan pustaka yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilengkapi teori mendasar dalam suatu penelitian guna disusun sebagai tuntutan untuk pemecahan masalah.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian yang kaitannya dengan lokasi penelitian, pengertian umum, tipe penelitian, teknik pengumpulan data, tahap persiapan, metode dan analisis data, dan pemecahan masalah.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

menjelaskan tentang uraian dan analisis data beserta hasilnya, dan pembahasan yang didapat dari langkah-langkah penelitian

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan studi, rekomendasi studi, dan studi lanjutan yang diambil dari hasil studi ini.