



DETAILING SAMBUNGAN STRUKTUR BAJA GEDUNG REST AREA JALAN TOL RUAS PALEMBANG–BETUNG STA 71+000

Daffa Putra Ramdani^{*1}, Nessa Valiantine Diredja¹, Erma Desimaliana¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, Jalan PHH Mustofa No. 23

Penulis korespondensi: daffa.putra@mhs.itenas.ac.id

DISUBMIT 12 April 2026

DIREVISI 6 Agustus 2026

DITERIMA 7 Agustus 2026

ABSTRAK Detailing sambungan memegang peran penting pada struktur baja bangunan rest area karena menentukan kontinuitas aliran gaya, kemudahan ereksi, dan keandalan perilaku saat menerima beban gravitasi serta gempa. Penelitian ini bertujuan merumuskan detailing sambungan balok–kolom, sambungan antar kolom, dan pelat dasar pada gedung rest area Jalan Tol Palembang–Betung STA 71+000. Metode yang digunakan adalah kajian deskriptif-analitis berbasis dokumen perencanaan awal, meliputi data geometri, mutu material, gaya hasil analisis, dan detail elemen, yang kemudian dievaluasi menurut SNI 1729:2020 tentang spesifikasi bangunan gedung baja struktural dan SNI 7860:2020 tentang ketentuan seismik untuk bangunan gedung struktur baja. Hasil kajian menunjukkan bahwa sambungan balok–kolom paling sesuai menggunakan end-plate baut dengan baut A325 berdiameter 27 milimeter, jarak tepi 70 milimeter, dan jarak antar baut 125 milimeter agar transfer momen dan geser berlangsung memadai. Sambungan antar kolom direncanakan menggunakan splice plate dengan delapan baut berdiameter 20 milimeter dan pelat sambung tebal 10 milimeter, sedangkan pelat dasar menggunakan pelat tebal 25 milimeter dengan empat baut angkur berdiameter 24 milimeter. Detail tersebut menunjukkan kesesuaian antara kebutuhan kekuatan, daktilitas, dan konstruktabilitas. Dengan demikian, detailing sambungan yang konsisten terhadap SNI 1729:2020 dan SNI 7860:2020 dapat meningkatkan keandalan struktur baja gedung rest area serta menjadi acuan praktis bagi perencanaan sambungan sejenis lainnya.

KATA KUNCI detailing sambungan baja, gedung rest area, end-plate, splice plate, base plate

1 PENGANTAR

Pembangunan rest area pada ruas jalan tol menuntut bangunan yang fungsional, aman, dan efisien untuk dibangun. Dalam konteks tersebut, struktur baja banyak dipilih karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, mutu fabrikasi yang lebih terkontrol, serta kecepatan ereksi yang mendukung target pelaksanaan proyek. Namun, keunggulan struktur baja tidak hanya ditentukan oleh kecukupan profil balok dan kolom. Kinerja sistem justru sangat dipengaruhi oleh kualitas sambungan, karena pada titik inilah aliran gaya diteruskan, kekakuan rangka dibentuk, dan perilaku struktur saat menerima beban gravitasi maupun gempa mulai ditentukan.

Secara mekanis, sambungan balok–kolom, sambungan antar kolom, dan sambungan kolom–fondasi berfungsi menyalurkan gaya aksial, geser, dan momen antar elemen. Oleh karena itu, keputusan mengenai tipe

sambungan, tebal pelat, jumlah dan diameter baut, jarak tepi, jarak antar baut, serta konfigurasi baut angkur tidak dapat dipandang sebagai detail sekunder. Kesalahan pada tahap *detailing* dapat memicu konsentrasi tegangan, *prying action*, slip berlebih, penurunan kekakuan, hingga kegagalan lokal yang berdampak pada perilaku sistem secara keseluruhan. Dalam praktik nasional, perancangan tersebut harus dibaca secara konsisten terhadap SNI 1729:2020 sebagai acuan utama spesifikasi bangunan gedung baja struktural dan SNI 7860:2020 sebagai dasar ketentuan seismik untuk struktur baja [1],[2].

Urgensi kajian detailing sambungan semakin jelas ketika desain berpindah dari tahap analisis ke tahap fabrikasi dan ereksi. Pada banyak dokumen perencanaan, pembahasan sering berhenti pada model global struktur, sementara sambungan

hanya ditampilkan secara ringkas. Padahal, persoalan teknis di lapangan justru banyak muncul pada node sambungan, misalnya keterbatasan ruang pemasangan baut, toleransi fabrikasi yang tidak sinkron, kesulitan inspeksi, atau detail yang secara teoritis kuat tetapi kurang praktis untuk dirakit. Pada bangunan publik seperti rest area, kelemahan tersebut tidak hanya menurunkan efisiensi pelaksanaan, tetapi juga berpotensi meningkatkan risiko kerusakan lokal ketika struktur menerima pembebanan berulang atau pembebanan ekstrem.

Penelitian ini ditempatkan pada konteks Gedung Rest Area Jalan Tol Ruas Palembang–Betung STA 71+000, yaitu bangunan dua lantai yang telah memiliki data geometri, mutu material, dimensi elemen, serta rancangan sambungan pada dokumen sumber. Dengan ketersediaan data tersebut, penelitian diarahkan bukan untuk mengulang analisis global struktur, melainkan untuk menelaah bagaimana sambungan dirinci agar selaras dengan kebutuhan transfer gaya dan tuntutan konstruktabilitas. Batasan masalah difokuskan pada tiga sambungan utama yang paling menentukan lintasan gaya bangunan, yaitu sambungan balok–kolom tipe end-plate, sambungan antar kolom tipe splice plate, dan sambungan pelat dasar atau base plate. Penelitian ini tidak membahas ulang optimasi profil elemen utama dan tidak mencakup pengujian eksperimental baru.

Dari sisi keilmuan dan praktik, penelitian mengenai detailing sambungan memiliki dampak yang luas. Detail yang tepat akan meningkatkan keterbacaan desain, mempermudah fabrikasi, menekan kebutuhan perubahan lapangan, dan membantu menjaga mutu ereksi. Sebaliknya, detail yang kurang matang sering menimbulkan pemborosan material, keterlambatan pekerjaan, dan potensi salah interpretasi antara perencana, *drafter*, *workshop*, dan pelaksana lapangan. Bagi dunia akademik, kajian ini memperkuat jembatan antara teori perilaku sambungan

dengan penerapannya pada kasus bangunan nyata. Bagi praktisi, hasil penelitian dapat menjadi rujukan awal untuk menyusun detail sambungan yang tidak hanya memenuhi syarat kapasitas, tetapi juga realistis untuk diproduksi, dipasang, dan diawasi mutunya.

Kajian pustaka menunjukkan bahwa penelitian sambungan baja dalam sepuluh tahun terakhir berkembang ke arah yang semakin spesifik dan aplikatif. Di tingkat nasional, Riyanto dkk. menegaskan pentingnya pengendalian deformasi lokal pada sambungan balok–kolom di bawah pembebanan siklik [3]. Tayu dkk. menunjukkan bahwa perilaku *flush end-plate* sangat dipengaruhi oleh konfigurasi baut dan kondisi batas sambungan [4], sedangkan Pangau dkk. menekankan bahwa perencanaan *base plate* tidak dapat dilepaskan dari pengaruh *prying* terhadap dimensi pelat dan posisi baut angkur [5]. Perkembangan berikutnya memperlihatkan perluasan kajian ke sambungan *rigid extended end plate*, sambungan *semi-rigid bolted flange plate*, hingga *reduced beam section*, dengan kesimpulan umum bahwa geometri detail sangat menentukan distribusi tegangan, kekakuan, dan lokasi terbentuknya sendi plastis [6]–[12].

Pada tingkat internasional, fokus penelitian berkembang dari isu kekuatan dan kekakuan menuju aspek yang lebih lanjut, seperti daktilitas, *robustnes*, perilaku siklik, kemudahan bongkar-pasang, dan optimasi sambungan. Eom dkk. memperlihatkan bahwa *bolted end-plate angle splice* memengaruhi kesinambungan transfer gaya pada kolom komposit [13]. Behrooz dan Erfani serta Guo dkk. menunjukkan sensitivitas *extended end-plate* terhadap variasi geometri dan mekanisme lokal pada respons siklik [14],[15]. Pada *base plate*, Hassan dkk., Nawar dkk., dan Zhao dkk. menekankan bahwa interaksi pelat dasar, baut angkur, tumpuan beton, serta kombinasi momen dan gaya tarik menentukan kekakuan rotasi dan mode keruntuhan [16]–[18]. Sementara itu, Shaheen dkk., Kukla dkk., Yang dkk., dan

Zhang dkk. mengarahkan riset pada peningkatan *robustnes*, perilaku pada beban nonkonvensional, sambungan yang dapat dibongkar-pasang, dan optimasi *splice joint* untuk konstruksi prefabrikasi [19]–[22].

Meskipun literatur tersebut telah memberikan dasar teoritis yang kuat, masih terdapat ruang kajian yang belum banyak dibahas. Sebagian besar penelitian terdahulu menelaah satu jenis sambungan secara terpisah melalui pengujian laboratorium atau simulasi elemen hingga pada kondisi yang terkontrol. Pendekatan tersebut penting untuk memahami mekanisme komponen, tetapi belum selalu menjawab kebutuhan perancang ketika harus merumuskan beberapa jenis sambungan sekaligus pada satu bangunan nyata. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyusunan kajian detailing secara terpadu untuk sambungan balok–kolom, *splice* kolom, dan *base plate* dalam satu kasus gedung publik, dengan pembacaan yang langsung dikaitkan dengan aliran gaya, tuntutan seismik, dan aspek konstruktabilitas berdasarkan SNI 1729:2020 dan SNI 7860:2020.

Penelitian ini bertujuan merumuskan detailing sambungan balok–kolom, sambungan antar kolom, dan *base plate* pada struktur baja Gedung *Rest Area* Jalan Tol Ruas Palembang–Betung STA 71+000 berdasarkan data perencanaan yang tersedia. Selanjutnya, penelitian ini menilai kesesuaian detail tersebut terhadap kebutuhan transfer gaya, ketentuan seismik, dan kemudahan pelaksanaan sebagai dasar rekomendasi desain yang aplikatif.

2 METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-analitis berbasis data perencanaan struktur dan kajian pustaka. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada detailing tiga jenis sambungan utama, yaitu sambungan balok–kolom tipe *end-plate*, sambungan antar kolom tipe *splice plate*, dan pelat dasar (*base plate*) pada struktur baja Gedung *Rest Area* Jalan Tol Ruas Palembang–Betung STA 71+000.

Tahap penelitian dimulai dengan inventarisasi data teknis bangunan, meliputi fungsi bangunan, jumlah lantai, dimensi elemen, mutu material, serta konfigurasi sistem struktur. Data tersebut kemudian ditelaah menggunakan ketentuan SNI 1729:2020, SNI 7860:2020, SNI 1727:2020, dan SNI 1726:2019 [1],[2],[23],[24] untuk mengidentifikasi persyaratan detailing, mekanisme aliran gaya, kebutuhan daktilitas, dan batasan konstruktabilitas pada masing-masing jenis sambungan.

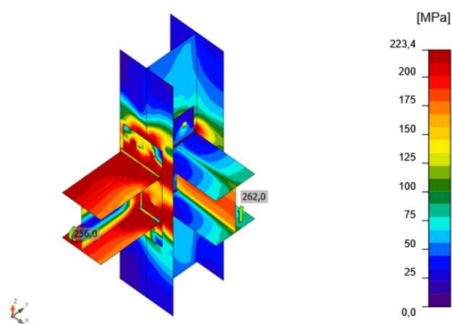
Tahap berikutnya adalah evaluasi parameter desain sambungan dari data perencanaan yang tersedia, seperti tipe sambungan, diameter dan jumlah baut, tebal pelat, jarak tepi, dan jarak antar baut. Seluruh parameter tersebut dianalisis secara komparatif terhadap hasil penelitian terdahulu untuk menilai kesesuaian teknisnya, kemudian disintesis menjadi uraian detailing sambungan yang menekankan aspek kekuatan, kekakuan, daktilitas, dan kemudahan pelaksanaan.

Data pokok yang digunakan meliputi bangunan dua lantai dengan tinggi tiap lantai 3 m dan luas 1.548 m², mutu beton 25 MPa, baja tulangan 420 MPa, serta baja struktural BJ41 dengan profil utama kolom H-Beam 250×250×8×12 dan balok IWF 300×250×6×12. Data ini menjadi dasar dalam pembahasan detailing ketiga jenis sambungan yang ditinjau.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Detailing sambungan balok–kolom (*end-plate*). Pada simpul balok–kolom, sambungan direncanakan berupa *end-plate* dengan baut. Pemilihan sistem ini relevan untuk bangunan *rest area* bertingkat rendah karena mampu menyediakan kekakuan yang memadai, memudahkan fabrikasi di *workshop*, serta mempercepat pemasangan di lapangan. Sejumlah penelitian juga menunjukkan bahwa *end-plate* tetap menjadi salah satu alternatif sambungan momen yang sering kali digunakan pada gedung baja karena kapasitas, kemudahan produksi, dan efisiensi *erection* menjadi pertimbangan utama [6],[12],[14],[20].

Detail sambungan pada penelitian ini menggunakan baut mutu A325 berdiameter 27 mm, jarak tepi 70 mm, dan jarak antarbaut 125 mm. Visualisasi hasil analisis kapasitas pada **Gambar 1** memperlihatkan konsentrasi tegangan pada zona pelat ujung, sayap balok, dan muka kolom, dengan skala tegangan model mencapai 223,4 MPa. Nilai ini masih berada di bawah tegangan leleh baja BJ41 sebesar 250 MPa, sehingga secara umum menunjukkan bahwa detail sambungan masih berada dalam rentang yang dapat diterima. Label aksi pada model berada pada kisaran 256,0 dan 262,0, yang menegaskan bahwa transfer gaya dari balok menuju kolom terkonsentrasi pada area sambungan yang paling kritis.



Gambar 1 Desain kapasitas sambungan end-plate

Secara mekanis, kondisi tersebut memperlihatkan bahwa sambungan end-plate tidak dapat dipahami hanya sebagai titik pertemuan elemen, melainkan sebagai bagian dari sistem pemikul gaya yang harus menjaga kesinambungan aliran momen, geser, dan rotasi. Dalam struktur baja tahan gempa, sambungan perlu mendukung terbentuknya mekanisme inelastik yang terkendali pada elemen yang direncanakan, sehingga kegagalan prematur pada kolom atau panel zone dapat dihindari. Temuan pada studi mengenai reduced beam section dan sambungan momen terpraktualifikasi menegaskan pentingnya pengendalian kapasitas rotasi, kekuatan panel zone, dan urutan keruntuhan [10],[11]. Dengan demikian, detail end-plate pada gedung rest area ini dapat dipandang sebagai instrumen untuk menjaga kesinambungan aliran gaya sekaligus stabilitas perilaku struktur saat menerima beban kerja dan beban gempa.

Detailing sambungan antar kolom (splice). Pada sambungan antar kolom, sistem yang digunakan adalah splice plate dengan baut. Data detail menunjukkan penggunaan delapan baut A325M-N berdiameter 20 mm, pelat sambung setebal 10 mm, jarak antarbaut searah batang 150 mm, dan jarak transversal 60 mm. Konfigurasi tersebut lazim diterapkan pada bangunan bertingkat rendah karena relatif mudah diproduksi, mendukung proses alignment kolom saat erection, dan memungkinkan pekerjaan lapangan berlangsung lebih terkendali.

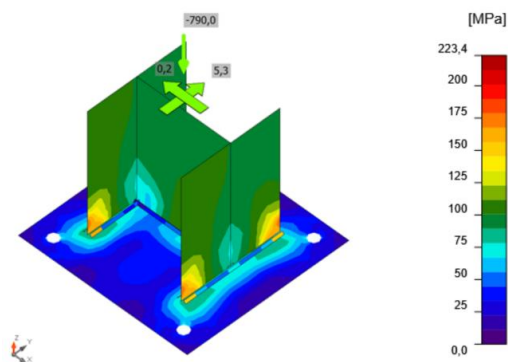
Fungsi splice pada penelitian ini tidak berhenti pada penyambungan dua segmen kolom secara geometrik. Sambungan ini juga berperan dalam menjaga kesinambungan lintasan gaya aksial dan momen, serta mempengaruhi kekakuan lokal pada zona sambungan. Sejalan dengan temuan studi terdahulu, kualitas detailing splice akan menentukan seberapa baik gaya dapat diteruskan tanpa menimbulkan konsentrasi tegangan berlebih akibat eksentrisitas, ketidakpresisian lubang, atau deviasi fabrikasi [13],[22]. Oleh karena itu, penempatannya perlu mempertimbangkan akses pemasangan sekaligus keamanan terhadap gangguan mekanisme struktur.

Dari perspektif konstruktabilitas, susunan baut yang tidak terlalu rapat memberikan keuntungan karena memudahkan pemasangan alat, pengencangan baut, dan inspeksi visual. Namun, kemudahan ini tetap harus diimbangi dengan pengendalian mutu pada ketepatan lubang, kesikuan bidang sambungan, kecocokan permukaan kontak, dan prosedur pretension apabila disyaratkan dalam spesifikasi. Tanpa kontrol tersebut, kapasitas desain yang telah direncanakan berpotensi tidak sepenuhnya tercapai pada kondisi aktual.

Detailing pelat dasar (base plate). Pada kaki kolom, base plate menjadi komponen kunci karena berfungsi meneruskan interaksi tekan, tarik, geser, dan momen dari kolom baja ke pile cap. Detail yang digunakan pada studi ini berupa pelat dasar setebal 25 mm dengan empat baut angkur

A325M berdiameter 24 mm, jarak tepi vertikal dan horizontal 40 mm, serta jarak antarbaut 330 mm. Susunan ini menunjukkan pendekatan detailing yang relatif sederhana, tetapi masih diarahkan untuk menyediakan jalur transfer gaya yang jelas dan stabil.

Visualisasi hasil analisis kapasitas pada **Gambar 2** memperlihatkan bahwa konsentrasi tegangan terutama berkembang di sekitar kaki kolom dan area yang berdekatan dengan baut angkur, dengan skala tegangan model mencapai 223,4 MPa. Label aksi pada model menunjukkan komponen vertikal dominan sebesar -790,0, sedangkan komponen arah lain relatif kecil, yakni sekitar 0,2 dan 5,3. Kondisi ini mengindikasikan bahwa respons base plate terutama dikendalikan oleh transfer gaya tekan dan momen pada kaki kolom. Jika dikaitkan dengan mutu baja BJ41 sebesar 250 MPa, distribusi tegangan tersebut masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk detail yang ditinjau.



Gambar 2 Desain kapasitas sambungan base plate

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa respons *base connection* sangat dipengaruhi oleh interaksi antara pelat dasar, baut angkur, tumpuan beton, distribusi tekanan kontak, dan kemungkinan terjadinya *prying action* [5],[16]–[18]. Atas dasar itu, evaluasi *base plate* tidak cukup hanya berhenti pada tebal pelat atau jumlah angkur. Yang lebih penting adalah memastikan bahwa luas bidang tekan memadai, posisi angkur mendukung keseimbangan momen, dan panjang

penyaluran elemen angkur mampu mengembangkan kapasitas yang dipersyaratkan.

Dalam konteks bangunan *rest area* bertingkat rendah, pemilihan *base plate* dengan geometri yang ringkas memberikan keuntungan pada tahap *erection* karena memudahkan *setting out*, *leveling kolom*, dan pekerjaan *grouting*. Meski demikian, performa sambungan di lapangan sangat dipengaruhi oleh ketepatan posisi angkur, kualitas *grout*, kontrol elevasi, dan prosedur pengencangan awal. Dengan kata lain, keberhasilan detailing *base plate* bukan hanya ditentukan oleh gambar rencana, tetapi juga oleh konsistensi pelaksanaan di lapangan.

Secara keseluruhan, hasil *detailing* pada penelitian ini menunjukkan tiga kelompok sambungan utama, yaitu sambungan balok–kolom tipe *end-plate* dengan baut A325M-N berdiameter 27 mm, sambungan *splice* kolom dengan delapan baut A325M-N berdiameter 20 mm dan pelat sambung setebal 10 mm, serta *base plate* setebal 25 mm dengan empat baut angkur A325M-N berdiameter 24 mm. Ketiga detail tersebut memperlihatkan upaya perancangan yang menyeimbangkan kebutuhan kapasitas, kesinambungan aliran gaya, dan kemudahan pelaksanaan.

Sintesis pembahasan. Jika dibaca bersama dua puluh studi terdahulu, rancangan sambungan pada gedung *rest area* ini memperlihatkan kecenderungan desain yang pragmatis namun tetap rasional. Pemilihan *end-plate* pada simpul balok–kolom mencerminkan kebutuhan akan kekakuan yang memadai dan kemudahan fabrikasi; penggunaan *splice* pada kolom mendukung efisiensi pengangkutan serta *erection*; sedangkan *base plate* dengan geometri sederhana menunjukkan orientasi pada kemudahan pelaksanaan tanpa mengabaikan kebutuhan transfer gaya utama. Karakter ini sejalan dengan tipologi bangunan yang ditinjau, yaitu bangunan baja bertingkat rendah yang menuntut efisiensi konstruksi sekaligus keandalan sambungan.

Dengan demikian, nilai utama pembahasan ini tidak hanya terletak pada penyajian ukuran baut, pelat, dan jarak detail, tetapi pada penjelasan hubungan antara konfigurasi sambungan, mekanisme aliran gaya, dan aspek konstruktabilitas. Pembacaan seperti ini penting karena menunjukkan bahwa *detailing* merupakan tahap yang menjembatani analisis struktur dengan realitas fabrikasi dan *erection*. Dalam konteks penelitian ini, sambungan yang direncanakan dapat dinilai representatif untuk bangunan rest area baja bertingkat rendah, sekaligus memberikan dasar argumentatif bagi pengembangan desain sambungan yang lebih adaptif pada studi berikutnya.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *detailing* sambungan merupakan bagian yang menentukan kualitas kinerja struktur baja pada Gedung Rest Area Jalan Tol Ruas Palembang–Betung STA 71+000. Pada bangunan ini, keandalan sistem tidak hanya bergantung pada dimensi elemen utama, tetapi juga pada ketepatan rincian sambungan yang mengatur transfer gaya, kekakuan lokal, urutan mekanisme perilaku, dan kemudahan pelaksanaan di lapangan.

Untuk sambungan balok–kolom, detail tipe *end-plate* dengan baut A325M-N berdiameter 27 mm, jarak tepi 70 mm, dan jarak antar baut 125 mm dinilai sesuai dengan kebutuhan transfer momen dan geser pada simpul utama. Konfigurasi tersebut juga sejalan dengan prinsip perilaku daktil, yaitu menjaga agar mekanisme inelastik lebih terarah pada elemen yang diinginkan dan tidak berpindah secara prematur ke komponen sambungan.

Pada elemen vertikal, sambungan antar kolom berupa *splice plate* dengan 8 baut A325M-N berdiameter 20 mm dan pelat sambung setebal 10 mm memberikan detail yang memadai untuk meneruskan gaya antar segmen kolom. Sementara itu, sambungan kolom–fondasi melalui *base plate* setebal 25 mm dengan 4 baut angkur berdiameter 24 mm menunjukkan konfigurasi yang aplikatif untuk menyalurkan

tekan, tarik, geser, dan momen ke *pile cap*, sekaligus tetap mempertimbangkan kemudahan ereksi dan pengendalian mutu pemasangan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa *detailing* sambungan yang disusun secara konsisten terhadap aliran gaya, ketentuan SNI 1729:2020 dan SNI 7860:2020 [1],[2], serta kebutuhan konstruktabilitas akan menghasilkan rancangan yang lebih realistis dan dapat diterapkan. Dengan demikian, kajian ini dapat digunakan sebagai rujukan awal dalam penyusunan detail sambungan struktur baja pada bangunan sejenis, terutama ketika perencana memerlukan integrasi antara aspek kapasitas, daktilitas, dan kemudahan pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural. Jakarta: BSN; 2020.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. SNI 7860:2020 Ketentuan seismik untuk bangunan gedung struktur baja. Jakarta: BSN; 2020.
- [3] Riyanto E, Muslikh, Supriyadi B. Perilaku sambungan sayap menerus balok profil I dengan kolom tabung baja akibat beban siklik. *INERSIA*. 2017;13(2):76-88. <https://doi.org/10.21831/inersia.v13i2.17172>.
- [4] Tayu B, Handono BD, Pandaleke R. Perilaku sambungan baut flush end-plate balok kolom baja pada kondisi batas. *Jurnal Sipil Statik*. 2017;5(5):237-247.
- [5] Pangau GYD, Pandaleke R, Handono BD. Analisis dimensi pelat dasar (base plate) pada kolom struktur baja yang mampu tahan terhadap efek prying. *Jurnal Sipil Statik*. 2016;4(6):375-382.
- [6] Silalahi OUA, Suswanto B, Piscesa B. Studi analisis perilaku sambungan kaku (rigid connection) balok-kolom baja tipe extended end plate dengan metode elemen hingga. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 2020;18(1):23-32. <https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v18i1.5346>.

- [7] Asmoro SH, Suswanto B. Studi analisis sambungan semi rigid balok-kolom baja dengan modifikasi friction damper dengan metode elemen hingga. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 2020;18(1):61-72.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v18i1.5446>.
- [8] Pratama MFW, Hidayatullah EFN. Perancangan ulang struktur atas gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta menggunakan baja konvensional. *INERSIA*. 2021;17(2):141-152.
<https://doi.org/10.21831/inersia.v17i2.34187>.
- [9] Ghifari F, Suswanto B, Tajunnisa Y. Analisis numerik sambungan bolted flange plate (BFP) dengan menggunakan program ANSYS. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 2022;20(1):49-58.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v20i1.11553>.
- [10] Sulandari N, Kristianto A, Pranata YA. Prequalified connections analysis for moment frames: bolted flange plate (BFP) and double-tee connection. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 2023;21(4):345-354.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v21i4.15731>.
- [11] Diputra AT, Suswanto B, Tajunnisa Y, Masiran HS. Analisis numerik sambungan baja reduced beam section pada sumbu lemah kolom menggunakan program bantu ANSYS. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 2024;22(3):295-306.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v22i3.20643>.
- [12] Hariadi DA. Analisis numerik sambungan bolted extended end plate (BEEP) menggunakan program bantu ANSYS. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 2025;23(3):237-242.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v23i3.20640>.
- [13] Eom TS, Yang JM, Kim DK, Lim JJ, Lee SH. Experimental investigation of bolted end-plate angle splice in encased composite columns. *Engineering Structures*. 2019;195:302-314.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.05.094>.
- [14] Behrooz SM, Erfani S. Parametric study of stub-beam bolted extended end-plate connection to box-columns. *Journal of Constructional Steel Research*. 2020;171:106155.
<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106155>.
- [15] Guo L, Wang J, Wang W, Wang C. Cyclic tests and analyses of extended endplate composite connections to CFDST columns. *Journal of Constructional Steel Research*. 2020;167:105937.
<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.105937>.
- [16] Hassan AS, Torres-Rodas P, Giulietti L, Kanvinde A. Strength characterization of exposed column base plates subjected to axial force and biaxial bending. *Engineering Structures*. 2021;237:112165.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112165>.
- [17] Nawar MT, Matar E, El-Zohairy A, Alaaser A, Maaly H. Experimental and FE analysis of the behavior of steel column base connections under tension and bending moment. *Structures*. 2024;62:106164.
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106164>.

