

Analisis Kesesuaian Dimensi Struktur Bangunan yang Telah Terbangun Berdasarkan Perhitungan Ulang dan Tinjauan Etika Profesionalisme Kontraktor

Fransiskus Reynardi Darmadji¹, Handry Khoswanto², Susmarsongko Budiprasetyo³

¹Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra,
fransiskusreynardi@gmail.com

²Prodi Teknik Elektro dan Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra
handry@petra.ac.id

³Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra,
susmarsongko@yahoo.com

Abstract— This study evaluates the structural adequacy of an existing steel structure in a padel court building using ETABS analysis, prompted by findings that several installed steel profiles did not match standard specifications and were potentially undersized. The structure was re-modeled based on field measurements of columns, rafters, and purlins, while loading inputs followed the provisions of SNI 1727:2020. ETABS provided internal forces and unity check (D/C Ratio) values used to assess whether each element met the required capacity, where $UC \leq 1.0$ indicates adequacy and $UC > 1.0$ indicates failure. Results show that several elements operated near or beyond their structural limits, suggesting discrepancies between the existing profiles and standard design requirements and reflecting a breach of professional and ethical construction practices. Corrective recommendations include strengthening, adding bracing, or replacing deficient members to ensure structural safety. The findings are expected to support structural audits, compliance assessments, and improvements in construction professionalism. **Keywords:** steel structure, ETABS, unity check, SNI 1727:2020, structural evaluation, construction professionalism.

Keywords: Steel Structure, ETABS, Unity Check, SNI 1727:2020, Structural Evaluation, Construction Professionalism

Abstrak— Penelitian ini mengevaluasi kelayakan struktur baja *existing* pada bangunan lapangan padel menggunakan analisis ETABS, yang dilakukan karena ditemukannya profil baja terpasang yang tidak sesuai spesifikasi standar dan berpotensi *undersized*. Pemodelan ulang struktur dilakukan berdasarkan hasil pengukuran kolom, *rafter*, dan *gording* di lapangan, sedangkan input pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020. ETABS menghasilkan gaya dalam serta nilai *unity check* (D/C Ratio) yang digunakan untuk menilai apakah elemen struktur memenuhi kapasitas yang disyaratkan, di mana $UC \leq 1.0$ menunjukkan elemen aman dan $UC > 1.0$ menunjukkan kegagalan. Hasil analisis menunjukkan beberapa elemen bekerja mendekati atau melebihi batas kapasitasnya, mengindikasikan ketidaksesuaian antara profil *existing* dan standar desain serta mencerminkan pelanggaran etika dan profesionalisme konstruksi. Rekomendasi perbaikan meliputi penguatan, penambahan *bracing*, atau penggantian elemen agar struktur kembali memenuhi standar keselamatan. Temuan ini diharapkan menjadi rujukan dalam audit struktur, pemeriksaan kesesuaian spesifikasi, dan peningkatan integritas profesional di proyek konstruksi baja.

Kata Kunci : Struktur Baja, ETABS, *Unity Check*, SNI 1727:2020, Evaluasi Struktur, Profesionalisme konstruksi.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan struktur baja sering menghadapi kendala ketidaksesuaian antara spesifikasi desain dan kondisi aktual di lapangan, terutama pada proyek skala menengah seperti lapangan padel yang banyak menggunakan rangka baja sebagai elemen utama struktur. Ketidaksesuaian tersebut dapat berupa penggunaan profil baja yang lebih kecil atau lebih tipis dari rencana, yang berpotensi menurunkan kapasitas struktur dan menimbulkan risiko kegagalan. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga mencerminkan lemahnya etika dan profesionalisme dalam pelaksanaan konstruksi. Oleh karena itu, evaluasi struktur *existing*

menjadi penting untuk memastikan bahwa elemen baja yang terpasang masih memenuhi persyaratan kekuatan dan keselamatan. Dalam penelitian ini, struktur baja *existing* dianalisis menggunakan perangkat lunak ETABS dengan mengacu pada pembebanan SNI 1727:2020 untuk memperoleh gaya dalam serta nilai *unity check* sebagai indikator kelayakan elemen. Hasil evaluasi diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keamanan struktur, mengidentifikasi elemen yang tidak memenuhi standar, serta menjadi acuan untuk rekomendasi perbaikan dan peningkatan integritas profesional pada proyek konstruksi baja.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa evaluasi struktur existing menggunakan perangkat lunak analisis seperti ETABS merupakan metode yang efektif dalam mengidentifikasi elemen yang mengalami *overstress* dan ketidaksesuaian kapasitas [2], [3]. SNI 1727:2020 mengatur ketentuan pembebanan minimum bangunan gedung, sedangkan SNI 1729:2020 menjadi dasar dalam evaluasi kapasitas struktur baja. Studi evaluasi struktur existing umumnya dilakukan untuk memastikan keamanan bangunan pasca konstruksi atau ketika ditemukan indikasi ketidaksesuaian spesifikasi material. Namun demikian, kajian yang mengaitkan hasil evaluasi teknis dengan aspek etika dan profesionalisme konstruksi masih relatif terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian dimensi struktur baja *existing* pada bangunan lapangan padel menggunakan analisis ETABS, membandingkan hasil *unity check* terhadap batas kapasitas yang diizinkan, serta meninjau implikasi teknis dan profesionalisme konstruksi apabila ditemukan ketidaksesuaian antara spesifikasi rencana dan kondisi aktual di lapangan.

II. LANDASAN TEORI

A. Struktur Baja

Struktur baja merupakan salah satu sistem struktur yang banyak digunakan pada bangunan bentang menengah hingga besar karena memiliki kekuatan tinggi, daktilitas baik, dan kemudahan dalam fabrikasi maupun pemasangan. Baja profil seperti WF (*Wide Flange*) dan CNP banyak dimanfaatkan sebagai kolom, balok, *rafter*, dan *gording* karena karakteristiknya yang mampu menahan momen lentur, gaya aksial, dan gaya geser secara simultan. Kinerja struktur baja sangat bergantung pada kesesuaian dimensi profil dengan perencanaan awal, karena setiap ukuran profil membawa kapasitas tekan, tarik, dan lentur yang berbeda. Dalam praktik konstruksi di lapangan, tidak jarang ditemukan penggunaan profil dengan dimensi yang lebih kecil dari standar pabrik atau tidak sesuai dengan gambar rencana. Profil seperti ini dikenal dengan istilah *profil banci*, yaitu profil yang secara visual tampak sama tetapi memiliki ketebalan *flange* atau *web* yang lebih tipis dari ukuran standar sehingga menurunkan kekuatan struktur secara signifikan. Kondisi ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan elemen mengalami *overstress* ketika menerima beban desain. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik dasar struktur baja menjadi landasan penting dalam evaluasi struktur *existing*.

B. Perilaku Elemen Baja Dalam Menahan Beban

Elemen baja memiliki perilaku struktural yang beragam tergantung pada jenis gaya yang bekerja. Pada kolom, faktor yang paling dominan adalah kapasitas tekan dan kelangsingan, karena kolom sangat rentan terhadap fenomena tekuk (*buckling*) apabila rasio kelangsingan terlalu tinggi atau jika ketebalan elemen lebih kecil dari standar. Sementara itu, *rafter* dan balok baja lebih banyak dipengaruhi oleh momen lentur dan lendutan, sehingga kapasitas lentur menjadi aspek penting yang harus dipenuhi agar elemen tidak mengalami deformasi berlebihan. *Gording*, yang berfungsi sebagai elemen sekunder, juga harus mampu menahan beban atap dan

tekanan angin yang bekerja secara langsung. Dalam struktur bentang seperti lapangan padel, beban angin menjadi beban kritis karena kolom yang tinggi dan terbuka dapat menghasilkan gaya lateral yang besar. Bila elemen-elemen tersebut memiliki ukuran lebih kecil dari yang direncanakan, maka kapasitas aksial, lentur, dan geser akan menurun dengan signifikan, sehingga risiko kegagalan struktur meningkat. Oleh sebab itu, evaluasi perilaku elemen baja existing sangat penting dilakukan, terutama melalui analisis komputer seperti ETABS yang mampu memperhitungkan interaksi antar gaya secara komprehensif.

C. Standar Pembebanan SNI 1727:2020

SNI 1727:2020 merupakan standar nasional yang mengatur tentang beban-beban yang harus diperhitungkan pada perencanaan struktur bangunan di Indonesia, termasuk beban mati, beban hidup, beban atap, beban angin, beban gempa, serta kombinasi-kombinasi beban yang harus dianalisis. Dalam evaluasi struktur baja *existing*, standar ini berfungsi sebagai pedoman dalam menentukan besaran beban yang akan diinput ke dalam perangkat lunak analisis struktur. Beban mati dihitung berdasarkan berat sendiri elemen struktur, termasuk profil baja, sedangkan beban hidup tergantung pada fungsi bangunan. Untuk bangunan seperti lapangan padel, beban angin menjadi faktor dominan karena bangunan memiliki sifat terbuka dan rentan terhadap tekanan lateral. SNI 1727:2020 menyediakan rumus perhitungan tekanan angin (q_z), kategori risiko bangunan, kondisi topografi, serta *exposure* angin yang diperlukan agar beban angin yang dimasukkan ke ETABS akurat dan sesuai standar nasional. Dengan demikian, SNI 1727:2020 dalam penelitian ini lebih berperan sebagai sumber acuan pembebanan, bukan sebagai dasar perhitungan kapasitas elemen, karena evaluasi kapasitas sepenuhnya dilakukan melalui ETABS.

Atap				
Atap datar, berbubung, dan lengkung	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-	
Atap yang digunakan penghuni	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)	-	
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,70)	Ya (4.8.3)	-	
Atap vegetatif dan atap lansekap				
Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-	
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	Ya (4.8.3)	-	
Atap untuk penggunaan lainnya	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)	-	

Gambar 1. Gambar Penentuan beban LL untuk Atap Sesuai SNI 1727:2020

D. Analisis Struktur dengan ETABS

ETABS merupakan perangkat lunak analisis struktur yang banyak digunakan dalam perencanaan maupun evaluasi bangunan baja dan beton. Keunggulan utama ETABS adalah kemampuannya untuk memodelkan geometri struktur secara detail, menghitung gaya dalam (momen, geser, dan aksial), serta mengevaluasi kapasitas elemen struktur menggunakan metode *demand-capacity ratio* (D/C Ratio) atau *unity check*. Pada penelitian ini, ETABS digunakan sebagai alat utama untuk menganalisis kekuatan struktur baja *existing* berdasarkan data lapangan. Seluruh elemen baja dimodelkan sesuai dimensi aktual hasil pengukuran, sehingga hasil analisis menggambarkan kondisi nyata struktur. ETABS juga memungkinkan penerapan kombinasi beban LRFD sesuai SNI, sehingga gaya dalam yang dihasilkan lebih representatif terhadap kondisi desain. Fitur *unity check* pada ETABS sangat membantu dalam menilai apakah elemen yang dianalisis masih mampu menahan kombinasi beban secara

aman. Nilai $UC \leq 1.0$ menunjukkan elemen aman, sedangkan $UC > 1.0$ menandakan elemen mengalami *overstress* dan tidak memenuhi kapasitas desain.

E. *Unity Check (D/C Ratio) dan Kriteria Kelayakan Struktur*

Unity check atau *demand-capacity ratio* adalah rasio yang membandingkan gaya dalam yang diterima elemen (*demand*) dengan kapasitas nominal elemen tersebut (*capacity*). Konsep *demand-capacity ratio* (D/C ratio) digunakan secara luas dalam evaluasi struktur baja [5]. Pada ETABS, *unity check* tidak hanya mempertimbangkan gaya aksial, tetapi juga interaksi momen, geser, dan efek kelangsingan sesuai metode yang berlaku untuk baja struktural. Nilai $UC > 1.0$ berarti gaya yang diterima elemen melebihi kapasitasnya, sehingga elemen tersebut tidak aman dan wajib diperbaiki. Dalam studi struktur *existing*, *unity check* sangat penting karena elemen baja sering mengalami perubahan dimensi dari desain awal, terutama jika terdapat praktik tidak profesional seperti penggunaan material banci. Dengan demikian, *unity check* merupakan indikator kekuatan struktural yang paling relevan dalam penelitian ini.

F. *Etika dan Profesionalisme Dalam Konstruksi*

Etika dan profesionalisme merupakan aspek fundamental dalam pelaksanaan proyek konstruksi karena secara langsung berkaitan dengan keselamatan, kualitas bangunan, dan tanggung jawab sosial terhadap pengguna. Dalam praktik konstruksi, setiap tahapan pekerjaan harus dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi teknis, gambar rencana, dan ketentuan standar yang berlaku. Penggunaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi perencanaan, penggantian profil baja tanpa persetujuan teknis, serta pengurangan dimensi profil dengan tujuan tertentu merupakan bentuk pelanggaran serius terhadap etika profesi dan prinsip profesionalisme dalam bidang konstruksi.

Kontraktor sebagai pelaksana pekerjaan memiliki tanggung jawab penuh untuk memastikan bahwa seluruh material yang digunakan memenuhi standar mutu dan spesifikasi yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Tanggung jawab ini mencakup pemilihan jenis material, pemeriksaan kualitas, serta kesesuaian dimensi elemen struktur dengan gambar rencana. Ketidaksesuaian profil baja yang terpasang di lapangan, baik dalam bentuk pengurangan ketebalan *web* maupun *flange*, dapat menyebabkan penurunan kapasitas struktur secara signifikan dan meningkatkan risiko kegagalan struktur. Oleh karena itu, setiap perubahan spesifikasi material seharusnya melalui proses persetujuan teknis yang melibatkan perencana, pengawas, dan pemilik proyek.

Dari sudut pandang keselamatan, penggunaan profil baja yang tidak sesuai standar tidak hanya melanggar ketentuan teknis, tetapi juga berpotensi membahayakan keselamatan pengguna bangunan. Struktur baja yang tidak memenuhi kapasitas rencana dapat mengalami deformasi berlebihan, kerusakan dini, atau bahkan kegagalan struktural ketika menerima beban maksimum. Kondisi ini menunjukkan bahwa aspek etika dalam konstruksi tidak dapat dipisahkan dari aspek teknis, karena keputusan yang tidak profesional

dalam pemilihan material dapat berdampak langsung pada keamanan bangunan.

Dalam konteks penelitian ini, evaluasi struktur baja *existing* dilakukan tidak hanya untuk menilai kelayakan teknis elemen struktur berdasarkan nilai *unity check*, tetapi juga untuk menilai sejauh mana prinsip profesionalisme telah diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi. Temuan adanya elemen dengan kapasitas tidak mencukupi, seperti penggunaan profil banci, pengurangan ketebalan baja, atau pemasangan elemen yang tidak sesuai dengan gambar rencana, menjadi indikator kuat adanya pelanggaran etika konstruksi. Praktik tersebut menunjukkan bahwa pertimbangan teknis dan keselamatan tidak dijadikan prioritas utama dalam pengambilan keputusan di lapangan.

Lebih lanjut, profesionalisme dalam konstruksi juga menuntut adanya transparansi, akuntabilitas, dan kepatuhan terhadap standar yang berlaku. Setiap pelaku konstruksi, baik kontraktor, pengawas, maupun perencana, memiliki peran penting dalam memastikan bahwa bangunan yang dihasilkan aman dan layak digunakan. Apabila ketidaksesuaian material dibiarkan tanpa evaluasi dan perbaikan, maka hal tersebut mencerminkan lemahnya pengendalian mutu serta rendahnya penerapan nilai-nilai profesional dalam proyek konstruksi.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa evaluasi struktur *existing* merupakan langkah penting tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga sebagai bentuk audit etika dan profesionalisme dalam pelaksanaan konstruksi. Rekomendasi perbaikan struktur yang diberikan diharapkan dapat menjadi pembelajaran bagi pelaku konstruksi untuk lebih mengutamakan keselamatan, kepatuhan terhadap standar, serta integritas profesional dalam setiap proyek yang dilaksanakan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan struktur baja *existing* pada bangunan lapangan padel melalui analisis berbasis perangkat lunak ETABS. Seluruh proses penilaian kapasitas struktur dilakukan menggunakan hasil analisis ETABS secara langsung, sedangkan standar SNI 1727:2020 hanya digunakan sebagai acuan dalam penentuan parameter pembebanan seperti beban mati, beban hidup, beban atap, serta beban angin. Dengan demikian, penelitian ini tidak melakukan perhitungan manual kapasitas baja menggunakan rumus-rumus SNI, melainkan sepenuhnya memanfaatkan fitur evaluasi kekuatan (*unity check*) yang telah tersedia pada ETABS.

Objek penelitian adalah struktur baja *existing* yang terdiri dari kolom, *rafter*, dan *gording*, dengan profil baja aktual diukur langsung di lapangan. Data pengukuran ini menjadi dasar dalam penyusunan geometri model struktur pada ETABS. Data primer yang dikumpulkan meliputi dimensi aktual profil WF dan CNP, tinggi kolom, bentang balok, jarak antar rangka, serta konfigurasi keseluruhan struktur. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari standar pembebanan SNI 1727:2020 dan spesifikasi material baja yang digunakan sebagai input dalam perangkat lunak.

Tahapan penelitian diawali dengan pengukuran dimensi profil baja *existing* di lapangan. Data ini kemudian diinput ke

dalam ETABS dengan mendefinisikan material baja sesuai mutu yang berlaku, termasuk nilai kuat leleh (F_y) dan kuat tarik maksimum (F_u). Setelah itu, geometri struktur dimodelkan sesuai kondisi aktual, mulai dari tinggi kolom, orientasi elemen, hingga susunan rangka utama. Seluruh *boundary condition*, seperti tumpuan dan sambungan, diatur mengikuti kondisi lapangan agar hasil analisis mendekati keadaan sebenarnya.

Selanjutnya, beban mati dimasukkan secara otomatis melalui *self-weight* ETABS, sementara beban hidup, beban atap, dan beban angin dimasukkan sesuai ketentuan SNI 1727:2020. Angin digunakan sebagai salah satu beban lateral utama, mengingat struktur lapangan padel merupakan bangunan terbuka dengan kolom tinggi. Kombinasi beban untuk analisis kekuatan mengikuti format LRFD dari SNI 1727:2020 dan diinput sebagai *load combination* pada ETABS. Setelah seluruh data dan parameter lengkap, analisis struktur dilakukan untuk memperoleh gaya dalam berupa momen, geser, aksial, serta lendutan.

Bagian terpenting dari penelitian ini adalah evaluasi hasil *unity check* atau *demand-capacity ratio* (D/C Ratio) yang secara otomatis disediakan ETABS untuk setiap elemen struktur. Nilai *unity check* menggambarkan seberapa besar gaya dalam yang diterima elemen dibandingkan kapasitasnya. Elemen dinyatakan aman apabila nilai $UC \leq 1.0$, sedangkan nilai $UC > 1.0$ menunjukkan elemen tidak aman atau mengalami *overstress*. Evaluasi ini memungkinkan peneliti melihat secara jelas elemen mana yang memenuhi persyaratan kekuatan dan mana yang berpotensi menimbulkan kegagalan.

Sebagai bagian akhir metodologi, jika ditemukan elemen yang tidak memenuhi batas keamanan, maka dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebabnya, seperti kemungkinan penggunaan profil banci atau kesalahan spesifikasi material. Rekomendasi teknis seperti penggantian elemen, penambahan *bracing*, dan penguatan profil diberikan untuk memastikan struktur kembali memenuhi standar keamanan dan memenuhi prinsip profesionalisme dalam konstruksi.

Objek penelitian yang digunakan adalah salah satu lapangan padel di Surabaya. Lokasi objek penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam bangunan tersebut terdapat 4 lapangan dan 1 café di lantai 2



Gambar 2. Lokasi Dilihat dari Google Earth



Gambar 3. Bentuk Bangunan



Gambar 4. Bagian Cafe



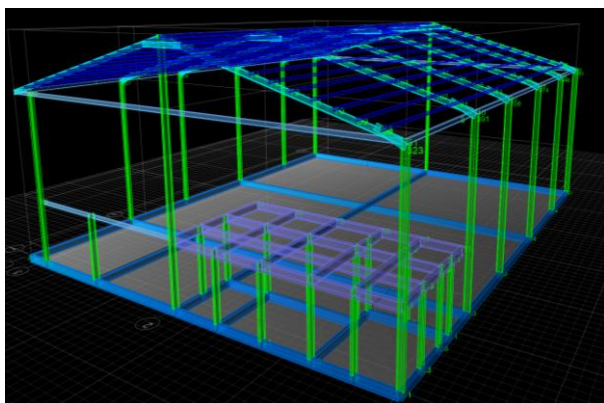
Gambar 5. Bagian Dalam Lapangan



Gambar 6. Foto Fabrikasi In site



Gambar 7. Foto Proses Menaikkan Rafter



Gambar 8. Gambar Lapangan dari Aplikasi ETABS

Adapun lingkup yang diambil dalam penelitian ini merupakan konstruksi baja pada struktur ini, diantaranya :

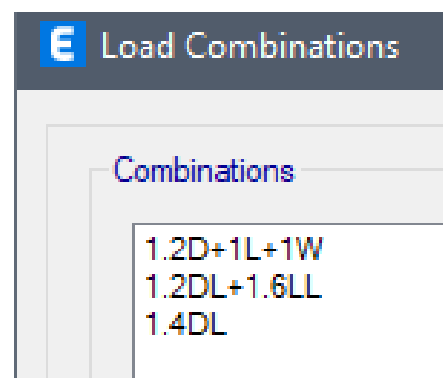
1. Kolom WF
2. Rafter WF
3. Gording CNP

IV. HASIL DAN ANALISIS

Bagian ini membahas hasil analisis struktur baja *existing* pada bangunan lapangan padel berdasarkan pemodelan dan evaluasi menggunakan perangkat lunak ETABS. Analisis dilakukan untuk menilai apakah elemen struktur baja yang terpasang di lapangan masih memenuhi persyaratan kekuatan berdasarkan nilai *unity check (demand-capacity ratio)*. Fokus pembahasan meliputi hasil pengukuran profil baja *existing*, hasil analisis gaya dalam dan kapasitas elemen berdasarkan ETABS, serta implikasi teknis dan profesionalisme apabila ditemukan ketidaksesuaian antara kondisi lapangan dan standar perencanaan.

Berdasarkan spesifikasi di RAB, struktur baja *existing* terdiri dari kolom utama dengan profil WF 300×150×6,5×9, *rafter* dengan profil WF 250×125×6×9, serta *gording* menggunakan profil CNP 125×50×20×3,2, sementara saat dilakukan pengukuran profil yang dipasang adalah WF 298×148×4,5×7 untuk bagian kolom, WF 248×123×4×7 untuk bagian *rafter*, dan CNP 123×48×18×12. Dimensi tersebut digunakan sebagai dasar pemodelan struktur pada ETABS, dengan asumsi bahwa kondisi sambungan dan tumpuan mengikuti kondisi aktual di lapangan. Pengukuran ini menjadi data penting karena seluruh evaluasi kekuatan dilakukan berdasarkan ukuran aktual, bukan berdasarkan gambar rencana atau spesifikasi awal.

Pemodelan struktur dilakukan pada ETABS dengan mendefinisikan material baja sesuai mutu yang umum digunakan, yaitu baja struktural dengan nilai kuat leleh (F_y) sebesar 240 MPa dan kuat tarik maksimum (F_u) sebesar 370 MPa. Geometri struktur dimodelkan sesuai kondisi lapangan, dengan tinggi kolom maksimum mencapai 12 meter. Beban mati dimasukkan secara otomatis melalui fitur self-weight ETABS, sedangkan beban hidup dan beban angin dimasukkan berdasarkan ketentuan SNI 1727:2020. Beban angin diperhitungkan sebagai beban lateral utama mengingat karakteristik bangunan lapangan padel yang bersifat terbuka dan memiliki kolom tinggi. Kombinasi beban yang digunakan dalam analisis mengikuti format LRFD sesuai SNI 1727:2020 dan dimasukkan sebagai *load combination* pada ETABS.



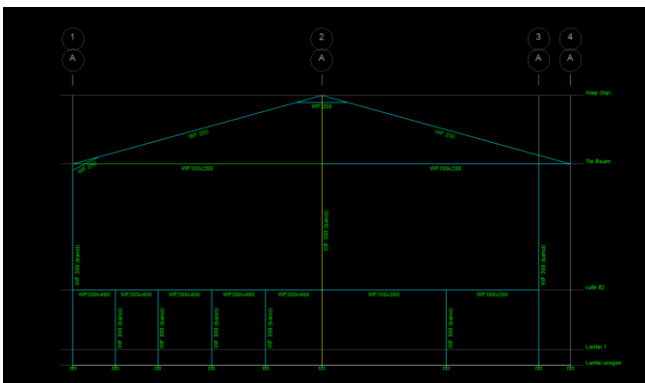
Gambar 9. Kombinasi Beban yang Dimasukkan Dalam ETABS

Hasil analisis ETABS menunjukkan gaya dalam berupa momen lentur, gaya geser, gaya aksial, serta lendutan yang bekerja pada masing-masing elemen struktur baja. Seluruh

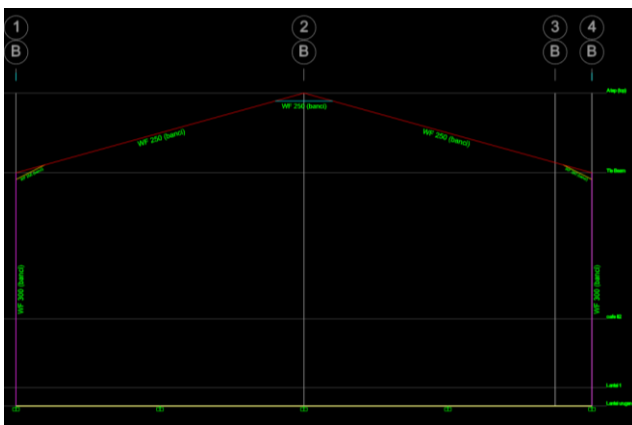
hasil gaya dalam tersebut kemudian dievaluasi menggunakan nilai *unity check* yang dihasilkan ETABS secara otomatis. *Unity check* menunjukkan perbandingan antara gaya yang bekerja dengan kapasitas elemen baja, sehingga menjadi indikator utama dalam menentukan kelayakan struktur. Elemen struktur dinyatakan aman apabila nilai *unity check* lebih kecil atau sama dengan 1,0, sedangkan nilai yang melebihi 1,0 menunjukkan bahwa elemen tersebut tidak memenuhi kapasitas yang disyaratkan.

Tabel I.
Hasil Perhitungan ETAB untuk Beban yang berlaku

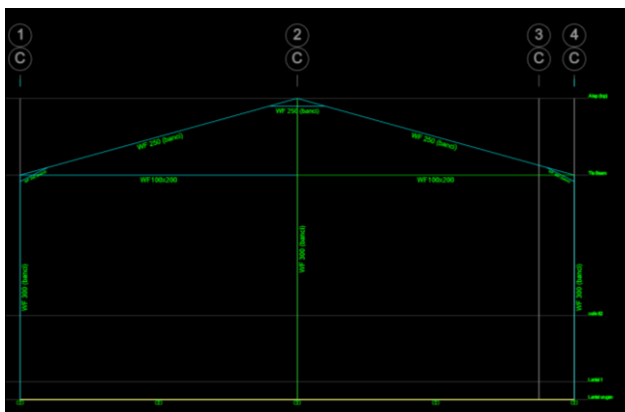
Elemen	Momen Maks (Knm)	Geser Maks (Kn)	Aksial (Kn)
Kolom	-104.1	-107.1	-70.3
Rafter	-107	-45	122
Gording	8.3	-4.3	0.3



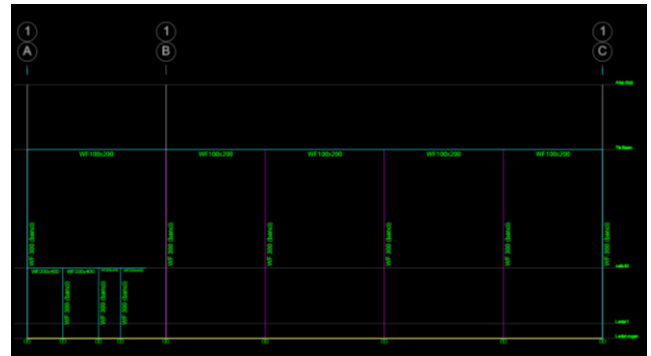
Gambar 10. Hasil Unity Check dalam ETABS untuk Potongan A-A



Gambar 11. Hasil Unity Check dalam ETABS untuk Potongan B – B



Gambar 12. Hasil Unity Check dalam ETABS untuk Potongan C – C



Gambar 13. Hasil Unity Check dalam ETABS untuk Potongan Samping

Pada Gambar 10 – Gambar 13 menunjukkan bahwa berdasar evaluasi *unity check*, beberapa elemen struktur bekerja pada kondisi memenuhi persyaratan kekuatan. Hasil ini menunjukkan mendekati batas kapasitas, bahkan terdapat elemen yang menunjukkan nilai *unity check* melebihi 1,0. Kondisi ini mengindikasikan bahwa elemen tersebut mengalami *overstress* dan secara teknis tidak adanya potensi ketidaksesuaian antara kapasitas elemen baja *existing* dengan tuntutan beban yang bekerja, yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti dimensi profil yang kurang optimal, penggunaan profil yang lebih kecil dari standar, atau perencanaan awal yang tidak mempertimbangkan kondisi pembebanan secara memadai.

Dari sudut pandang profesionalisme dan etika konstruksi, temuan elemen dengan *unity check* melebihi batas aman merupakan indikasi yang perlu mendapat perhatian serius. Apabila profil baja yang terpasang di lapangan memiliki dimensi yang lebih kecil dari standar atau tidak sesuai dengan spesifikasi perencanaan tanpa adanya persetujuan teknis, maka kondisi tersebut dapat dikategorikan sebagai pelanggaran prinsip profesionalisme. Penggunaan material yang tidak sesuai spesifikasi berpotensi membahayakan keselamatan pengguna bangunan dan bertentangan dengan tanggung jawab profesional dalam dunia konstruksi.

Tabel II.
Hasil Cek UC ETABS

Elemen	Profil	UC ETABS	Status	Ket.
Kolom	WF 298×148×4,5×7	0.9	Kritis	Butuh stiffner
Rafter	WF 248×123×4×7	1+	Fail	Butuh stiffner
Gording	CNP 123×48×18×12	0.5	OK	Aman

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa struktur baja *existing* belum sepenuhnya memenuhi persyaratan keselamatan karena beberapa elemen, khususnya kolom, menunjukkan nilai *unity check* yang melebihi batas aman. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kapasitas elemen tidak mampu menahan kombinasi beban yang bekerja sesuai hasil analisis ETABS. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan struktural untuk meningkatkan kapasitas elemen dan memastikan struktur berfungsi secara aman sesuai standar yang berlaku.

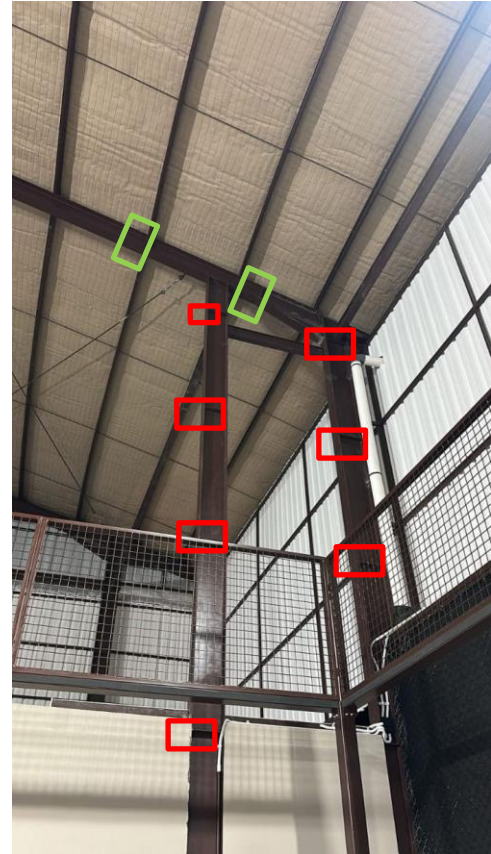
Upaya perbaikan yang direkomendasikan pada penelitian ini didasari oleh kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk mengganti profil, sehingga sebagai pilihan profesional yang dapat memenuhi kedua kebutuhan maka dipilih untuk memberikan penguatan elemen kolom melalui penambahan pelat *stiffener* atau *rib*. Pelat *stiffener* dipasang secara berkala pada badan (*web*) dan/atau sayap (*flange*) kolom baja dengan jarak antar *rib* sebesar ± 150 sentimeter sepanjang tinggi kolom yang total akan berjumlah 8 buah untuk bagian kolom paling panjang dan total akan dibutuhkan 160 buah *stiffener* untuk keseluruhan. Penambahan *stiffener* ini bertujuan untuk meningkatkan kekakuan lokal elemen, mengurangi risiko tekuk lokal pada *web* dan *flange*, serta memperbaiki perilaku kolom terhadap gaya aksial dan momen lentur yang bekerja. Dengan meningkatnya kekakuan dan stabilitas elemen, diharapkan nilai *unity check* kolom dapat diturunkan hingga berada di bawah batas aman ($UC \leq 1,0$).

Selain meningkatkan kapasitas lokal elemen, pemasangan pelat *stiffener* juga berkontribusi dalam mengurangi pengaruh kelangsingan kolom secara efektif, terutama pada struktur dengan tinggi kolom yang relatif besar. Jarak antar *rib* sebesar 1,5 meter dipilih sebagai kompromi antara efektivitas peningkatan kekuatan, kemudahan pelaksanaan di lapangan, dan efektifitas biaya sehingga metode ini dapat diaplikasikan tanpa perlu pembongkaran besar atau penghentian fungsi bangunan dalam waktu lama. Solusi ini dinilai lebih praktis dan ekonomis dibandingkan dengan penggantian profil kolom secara keseluruhan.

Selain aspek teknis, upaya perbaikan struktur melalui penambahan pelat *stiffener* juga dapat ditinjau dari sisi efisiensi biaya. Satu lembar pelat baja dengan tebal 10 mm dan ukuran standar 4 ft \times 8 ft setara dengan sekitar 1,22 m \times 2,44 m, dengan harga kurang lebih Rp2.400.000 per lembar. Dengan penentuan ukuran pelat *rib* yang disesuaikan dengan lebar *flange* kolom WF 300, yaitu sekitar 150 mm \times 300 mm, satu lembar pelat baja tersebut secara teoritis dapat dipotong menjadi sekitar 66 buah pelat *rib*. Setelah mempertimbangkan efisiensi pemotongan dan sisa material, jumlah pelat *rib* yang dapat dimanfaatkan secara efektif adalah sekitar 50–52 buah, yang berarti untuk membuat *stiffener* sebanyak 160 lembar dibutuhkan tambahan biaya sekitar Rp9.600.000, sementara harga pekerja untuk hariannya sekitar Rp200.000, sehingga total biaya yang perlu dianggarkan adalah sekitar Rp 11.000.000 dengan catatan proses memakan 7 hari kerja. Hal ini menunjukkan bahwa metode perkuatan menggunakan pelat *stiffener* relatif ekonomis dan efisien, karena satu lembar pelat dapat digunakan untuk memperkuat beberapa titik kolom. Pendekatan ini mencerminkan penerapan profesionalisme dalam konstruksi, yaitu meningkatkan keselamatan struktur tanpa melakukan pemborosan biaya serta tetap menjaga kualitas dan integritas bangunan sesuai standar yang berlaku.

Rekomendasi perbaikan ini diharapkan mampu meningkatkan kapasitas struktur baja secara signifikan, mengembalikan tingkat keamanan bangunan sesuai standar yang berlaku, serta mencerminkan penerapan prinsip profesionalisme dalam menangani permasalahan struktur

existing. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan solusi teknis terhadap permasalahan kekuatan struktur, tetapi juga menjadi acuan dalam pengambilan keputusan perbaikan struktur baja secara bertanggung jawab dan beretika.



Gambar 14. Penambahan Plat *Stiffener* di kolom dalam dengan jarak antar plat 150 cm



Gambar 15. Penambahan Plat *Stiffener* di kolom Depan dengan jarak antar plat 150 cm



Gambar 16. Penambahan Plat *Stiffner* di kolom dan *Rafter* dengan jarak antar plat 150 cm

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi struktur baja *existing* pada bangunan lapangan padel menggunakan analisis ETABS, ditemukan bahwa terdapat ketidaksesuaian antara spesifikasi profil dalam RAB dengan dimensi aktual di lapangan, khususnya pada elemen kolom dan *rafter*. Hasil *unity check* menunjukkan bahwa *rafter* memiliki nilai D/C ratio melebihi 1,0 sehingga tidak memenuhi kapasitas yang disyaratkan, sedangkan kolom berada pada kondisi kritis mendekati batas aman. Kondisi ini mengindikasikan bahwa struktur belum sepenuhnya memenuhi standar kekuatan sesuai SNI 1727:2020 dan SNI 1729:2020. Rekomendasi perkuatan menggunakan pelat *stiffener* dengan jarak antar *rib* 1,5 meter dinilai sebagai solusi teknis yang efektif dan ekonomis untuk

meningkatkan kapasitas elemen tanpa penggantian profil. Temuan ini menegaskan pentingnya evaluasi struktur *existing* tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga sebagai bentuk penerapan etika dan profesionalisme dalam pelaksanaan konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Kristen Petra atas dukungan akademik, arahan, serta fasilitas yang diberikan selama proses pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi atas bantuan dalam penyediaan data dan informasi yang sangat bermanfaat dalam mendukung proses analisis dan penyusunan karya ilmiah ini. Dukungan dari berbagai pihak tersebut berperan penting dalam kelancaran dan penyelesaian penelitian ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, Jakarta, 2003.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1727:2020: Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, Jakarta: BSN, 2020.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1729:2020: Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Jakarta: BSN, 2020.
- [4] W. T. Segui, *Steel Design*, 6th ed. Boston, MA, USA: Cengage Learning, 2017.
- [5] C. G. Salmon, J. E. Johnson, and F. A. Malhas, *Steel Structures: Design and Behavior*, 5th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2009.