

STUDI EVALUASI DIMENSI DAN PENULANGAN KOLOM BANGUNAN GEDUNG TERMINAL TIPE A DI SALATIGA

Hastu Tatas Herarkhi¹, Sumirin², Rachmat Mudiyo³

(Each word should begin with capitalized letter, Times New Roman 11pt, bold, centered, single line spacing)

Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung, Kota Semarang

hastu.t.herarkhi@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

The development of transportation infrastructure demands structural designs that are efficient, economical, and compliant with safety standards. Columns, as primary structural elements in buildings, play a critical role in supporting vertical loads and maintaining overall structural stability. This research aims to analyze and optimize the dimensions and reinforcement of columns in the Terminal Type A Building in Salatiga to achieve material efficiency without compromising structural strength. This study is based on the existing condition of the revitalized terminal building, taking into account gravitational and seismic loads in accordance with SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019 standards. Structural analysis was conducted using building structure software to obtain the structural response and evaluate the strength of the column elements. Optimization was carried out by varying the column dimensions and reinforcement configurations to obtain the most efficient outcome in terms of concrete volume and reinforcement weight. The results of the study indicate significant potential for material savings while maintaining compliance with strength performance standards. The optimization process offers an alternative column design that is more economical and efficient, providing valuable reference for practitioners and academics in the planning of similar building structures.

Perkembangan infrastruktur transportasi menuntut adanya desain struktural yang efisien, ekonomis, dan tetap memenuhi aspek keselamatan. Kolom sebagai elemen struktural utama dalam bangunan memegang peranan penting dalam mendukung beban vertikal serta menjaga kestabilan struktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengoptimalkan dimensi serta penulangan kolom pada Bangunan Gedung Terminal Tipe A di Salatiga, guna mencapai efisiensi penggunaan material tanpa mengorbankan kekuatan struktur.

Studi ini dilakukan berdasarkan kondisi eksisting bangunan terminal yang telah direvitalisasi, dengan memperhitungkan beban gravitasi dan beban gempa sesuai dengan standar SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak struktur bangunan untuk memperoleh respons struktur dan evaluasi kekuatan elemen kolom. Optimalisasi dilakukan dengan memvariasikan dimensi kolom dan konfigurasi penulangan untuk mendapatkan hasil yang paling efisien dalam hal volume beton dan berat tulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peluang signifikan dalam penghematan material struktur dengan tetap mempertahankan kinerja kekuatan yang sesuai standar. Optimalisasi yang dilakukan memberikan alternatif rancangan kolom yang lebih ekonomis dan efisien serta dapat dijadikan referensi bagi praktisi dan akademisi dalam perencanaan struktur gedung yang serupa.

Keyword :

Column optimization

Structural efficiency

Terminal Type A

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan PP No. 79 tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan maka tujuan dari penyelenggaraan Terminal Penumpang yakni untuk mengatur kedatangan dan keberangkatan menaikkan dan menurunkan orang serta perpindahan moda angkutan yang terpadu dan pengawasan angkutan. [1]

Mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 mengenai Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, terminal dibedakan menjadi dua jenis, yaitu terminal penumpang dan terminal barang. Terminal penumpang didefinisikan sebagai fasilitas prasarana transportasi jalan yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, mendukung perpindahan antar maupun dalam moda transportasi, serta mengatur arus kedatangan dan keberangkatan kendaraan umum. Sedangkan terminal barang merupakan prasarana transportasi yang difungsikan untuk proses bongkar muat barang dan mendukung perpindahan antar moda maupun dalam satu moda transportasi.[2]

Dalam perencanaan struktur bangunan, kolom memiliki peranan penting dalam menentukan kestabilan serta efisiensi struktur. Dimensi dan penulangan kolom yang tidak optimal dapat menyebabkan pemborosan material atau bahkan ketidaksesuaian dengan persyaratan kekuatan struktur. Oleh karena itu, diperlukan studi untuk mengoptimalkan dimensi dan penulangan kolom berdasarkan beban kerja yang terjadi, standar perencanaan terbaru, dan efisiensi penggunaan material.

Rivaldi (2023) dalam Jurnal Vokasi Teknik Sipil menunjukkan bahwa variasi dimensi kolom pada bangunan tinggi mempengaruhi kekuatan struktur terhadap gempa, dengan variasi dimensi yang lebih banyak menghasilkan displacement yang lebih kecil dan nilai gaya aksial yang lebih besar.[3] Walujodjati et al. (2024) menganalisis pengaruh perubahan dimensi kolom pada kapasitas struktur tahan gempa gedung beton bertulang, menemukan bahwa peningkatan dimensi kolom dari 300x300 mm² menjadi 450x450 mm² meningkatkan kekakuan struktur dan mengurangi simpangan maksimum hingga 69% pada arah-x dan 71% pada arah-y. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa parameter-parameter seperti beban, tinggi bangunan, jarak antar kolom, konfigurasi tulangan, dan faktor kelangsingan sangat berpengaruh terhadap dimensi kolom dan kinerja struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, perencanaan dimensi kolom harus mempertimbangkan semua parameter tersebut untuk mencapai struktur yang aman, efisien, dan ekonomis. [4]

Studi oleh Prasetya et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan ketentuan SNI 2847:2019 menghasilkan kapasitas lentur balok yang meningkat sekitar 12,5% dibandingkan dengan SNI 2847:2002, serta kapasitas geser dari beton yang meningkat sekitar 2%. Hal ini mencerminkan bahwa pembaruan standar tersebut memberikan peningkatan efisiensi dan keamanan dalam desain struktur beton bertulang. Dengan demikian, pemahaman dan penerapan prinsip-prinsip desain tulangan longitudinal dan transversal sesuai SNI 2847:2019 sangat penting bagi para perencana struktur untuk memastikan kinerja optimal dari bangunan yang dirancang.[5]

Pelaksanaan penelitian ini di Terminal Tipe A Tingkir yang ada di Kota Salatiga. Terminal yang telah selesai direvitalisasi pada tahun 2022 ini memiliki 2 lantai. Untuk lantai 1 terdapat lintasan bus, ruang kantor pelayanan, ruang tunggu penumpang, toilet umum, ruang penel, ruang jaga, ruang laktasi dan ruang kesehatan. Di lantai 2 terdapat convention hall, loket bus, area UMKM dan toilet umum. Bangunan terminal yang berdiri di atas tanah seluas 9.805 m² dengan luas bangunan lantai 1 sebesar 1.978 m² dan luas lantai 2 sebesar 1.992 m², berdiri kokoh engan tinggi total bangunan 10 m. Tinggi bangunan lantai 1 adalah 5,2 m, tinggi tersebut dikarenakan supaya mengakomodir pengendapan bus di area kedatangan dan keberangkatan mengingat tinggi bus maksimal adalah 4,2 m dengan jenis bus high deck. Untuk bentang balok pada lantai 1 adalah 8 m dikarenakan untuk mengakomodir manufer bus yang masuk dan keluar dari terminal tersebut.

Studi ini mengambil studi kasus pada Bangunan Gedung Terminal Tipe A di Salatiga. Optimalisasi dimensi dan penulangan kolom dilakukan dengan mempertimbangkan beban gempa, beban gravitasi, serta ketentuan yang tercantum dalam SNI terkait, seperti SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan alternatif perencanaan struktur yang lebih efisien dan ekonomis tanpa mengurangi aspek keselamatan.

Secara umum maksud dari studi ini adalah untuk mengetahui sejauh mana dampak Pembangunan Terminal Penumpang Tipe A Purworejo terhadap lalu lintas di sekitar kawasan, serta usaha penanganan dampak lalu lintas yang timbul. Sedangkan tujuan studi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan mengevaluasi kondisi eksisting dimensi dan penulangan kolom pada bangunan terminal yang diteliti;
2. Mengembangkan metode optimalisasi dimensi dan penulangan kolom berdasarkan analisis struktur dan peraturan teknis;

3. Menentukan perbandingan efisiensi antara desain awal dan hasil optimalisasi dari segi penggunaan material struktur.

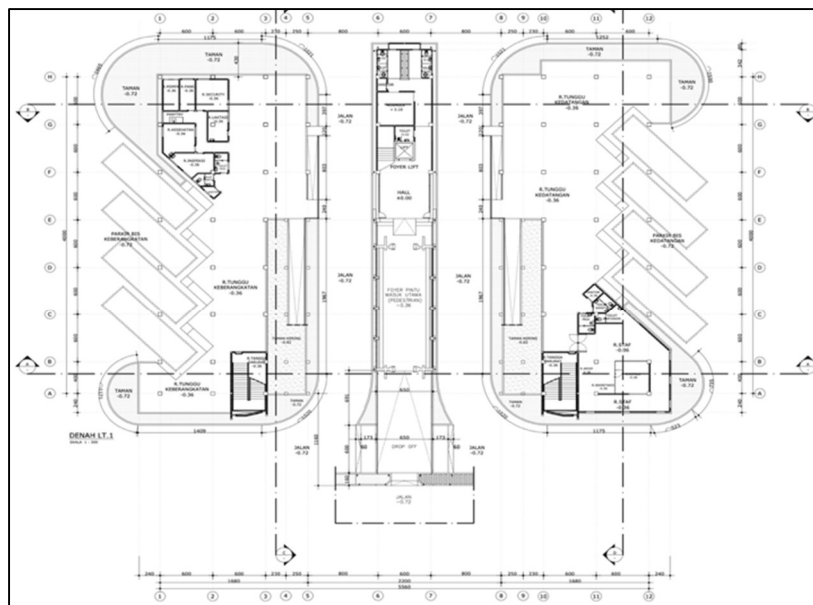
2. METODOLOGI

Pengumpulan Data Primer

Untuk data kualitatif akan diperoleh berdasarkan data hasil pemeriksaan visual dan analisa simulasi struktur sebagai salah satu tes nondestruktif, sedangkan untuk data kuantitatif didasarkan pada jumlah titik-titik pengamatan visual. Kemudian akan dilakukan pula analisis struktur dalam rangka evaluasi kelaikan struktur yang didasarkan pada ukuran dan kondisi eksisting yang ada, untuk mendapatkan gaya-gaya dalam akibat berbagai kombinasi pembebanan.

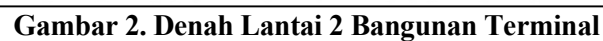
Pada tahap kegiatan ini dilakukan analisis terhadap perencanaan (mengacu pada gambar-gambar bestek perencanaan) dan analisis terhadap pelaksanaan. Dari hasil analisis struktur ini akan dilakukan kontrol kekuatan elemen kolom dengan berbagai variasi dimensi dan penulangan yang berfungsi sebagai rangka pemikul beban-beban yang bekerja.

Untuk gambaran dari denah pada bangunan Terminal Tipe A Tingkir yang peneliti sudah dapatkan dari Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas I Jawa Tengah. Adapun gambar denah bangunan sebagai berikut :



Gambar 1. Denah Lantai 1 Bangunan Terminal

Sumber : BPTD Kelas I Jawa Tengah



Pengumpulan Data Sekunder

Data yang dijadikan bahan acuan dalam penelitian, dimana data tersebut diperoleh dari instansi tertentu yang digunakan langsung sebagai sumber dalam Studi Optimalisasi Dimensi dan Penulangan Kolom pada Bangunan Gedung Terminal Tipe A di Salatiga. Klasifikasi data yang menunjang penelitian adalah literatur-literatur penunjang, grafik, tabel dan peta-peta yang berkaitan erat dengan proses penelitian. Secara garis besar data yang dibutuhkan dalam perancangan dan perhitungan struktur utama gedung ini adalah:

1. Deskripsi Umum Bangunan

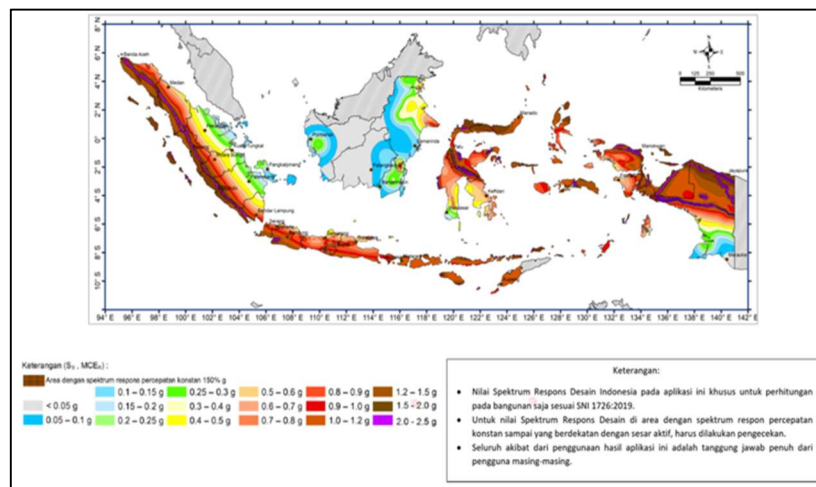
Deskripsi umum bangunan meliputi fungsi bangunan dan lokasi yang akan didirikan. Fungsi bangunan berkaitan dengan perencanaan pembebanan sedangkan lokasi bangunan adalah untuk mengetahui keadaan tanah.

2. Denah dan Sistem Struktur Bangunan

Yang dimaksud sistem bangunan struktur meliputi rencana struktur yang akan direncanakan dalam perbandingan dimensi dan penulangan pada kolom sebagainya yang berfungsi sebagai perhitungan perencanaan lebih lanjut. Sedangkan rencana denah tersebut di atas merupakan studi awal yang berkaitan dengan perencanaan posisi dan kondisi bangunan, seperti dinding, letak lift, letak tangga dan lain-lain sebagainya.

3. Wilayah Gempa Bangunan Sekitar

Merencanakan suatu bangunan membutuhkan ketelitian dalam perhitungan pembebanan, salah satunya pembebanan yang diakibatkan oleh gempa. Oleh karena itu perlu diketahui wilayah gempa dari struktur yang akan dibangun. Menurut data yang ada Studi Optimalisasi Dimensi dan Penulangan Kolom pada Bangunan Gedung Terminal Tipe A di Salatiga yang akan dibangun termasuk dalam wilayah zona 3.



Gambar 3 Peta Wilayah Gempa Indonesia

Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726-2019)

4. Data Tanah Berdasarkan Penyelidikan Tanah

Data tanah berfungsi untuk merencanakan struktur bangunan bawah yang akan digunakan (pondasi). Data tanah tersebut meliputi sondir dan PDA test. Nilai-nilai yang diperoleh dari penyelidikan tanah tersebut di atas digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi yang diijinkan untuk dipikul pondasi yang sudah ada.

Berkaitan dengan data sekunder tersebut selanjutnya digunakan untuk mempersiapkan kebutuhan data primer, jadwal pelaksanaan pengumpulan, komputerisasi dan analisis data.

Metode Analisis Data

Pada bagian sub bab ini diuraikan secara garis besar langkah-langkah (metode yang digunakan) dalam analisa struktur bangunan gedung dan optimalisasi biaya pada struktur kolom bangunan terminal.

Tabel 1. Tabel rencana optimalisasi dimensi dan penulangan kolom

No	Tipe Kolom	Dimensi	Mutu Beton	Keterangan
1	Tipe Kolom Eksisting			
a	4D22 dan 8D16 : D10-100	400x400	fc 29 Mpa	Kolom eksisting
2	Tipe Kolom Perkuatan dengan Jacket Beton			
a	16D13 : D10-75	500x500	fc 29 Mpa	Perkuatan dengan Jacket Beton
b	12D19 : D10-80	450x450	fc 29 Mpa	Perkuatan dengan Jacket Beton
c	12D22 : D10-100	500x500	fc 29 Mpa	Perkuatan dengan Jacket Beton
3	Tipe Kolom Optimalisasi			
a	16D13 : D10-75	400x400	fc 29 Mpa	Optimalisasi penulangan
b	14D16 : D10-80	400x400	fc 29 Mpa	Optimalisasi penulangan
c	12D22 : D10-100	400x400	fc 29 Mpa	Optimalisasi penulangan

Sumber : Analisis Data

Metode Perbandingan Biaya Pekerjaan

Dari hasil optimalisasi desain kolom eksisting dengan rencana kolom optimalisasi maka diambil hasil yang paling aman dari segi struktur bangunan dan dikonversikan kedalam anggaran biaya. Untuk konversi kedalam anggaran biaya, peneliti mengacu pada website dari Balai Jasa Konstruksi DPU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah yaitu “Mas Petruk”. Dalam website tersebut terdapat harga satuan Kabupaten dan Kota yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Adapun yang kami fokuskan pada struktur bangunan kolom, untuk perbandingan biaya pelaksanaan kami bagi menjadi 3 item pekerjaan yaitu :

1. Pekerjaan pembesian;
2. Pekerjaan pembetonan;
3. Pekerjaan Bekisting.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun diskripsi bangunan Terminal Tipe A Tingkir, Kota Salatiga sebagai berikut :

Tabel 2. Tabel informasi bangunan

No	Uraian	Keterangan
1	Lokasi	Kota Salatiga
2	Zona gempa	III (tanah sedang)
3	Tinggi total bangunan	10,2 m
4	Tinggi lantai 1	5,2 m
5	Tinggi lantai 2	5 m
6	Bentang balok terpanjang	8 m
7	Beban mati lantai 1	4,61 KN/m ²

No	Uraian	Keterangan
8	Beban mati lantai 2	4,35 KN/m ²
9	Beban hidup lantai 1	4 KN/m ²
10	Beban hidup lantai 2	1,50 KN/m ²
11	Berat bangunan lantai 1	11.913,68 KN/m ²
12	Berat bangunan lantai 2	3.827,30 KN/m ²
13	Perhitungan gempa	100.989,64 KNm

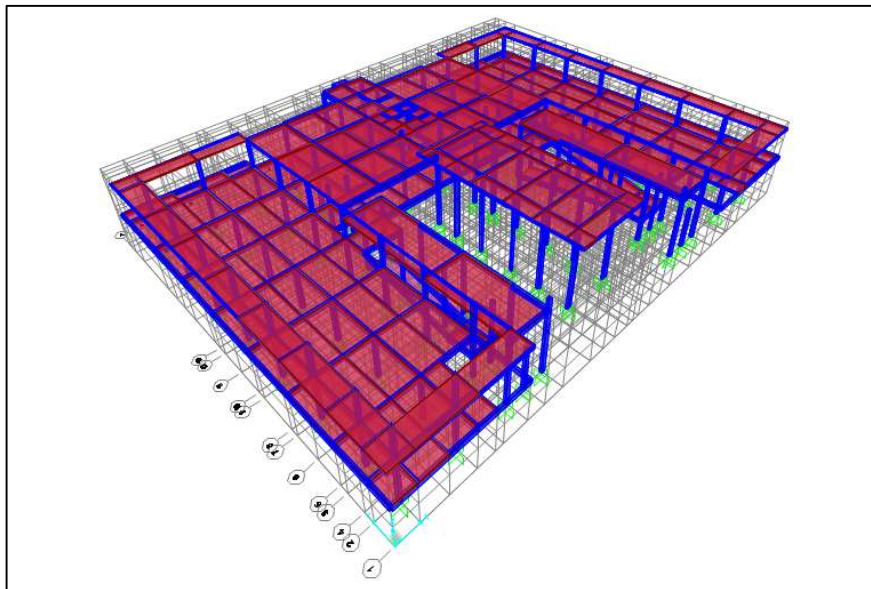
Sumber : Analisis Data

Adapun untuk alasan teknis dari rencana optimalisasi dimensi dan penulangan pada kolom bangunan Terminal Tipe A Tingkir sebagai berikut :

1. Pengurangan Dimensi Kolom;
2. Penguatan Penulangan;
3. Penghematan Material.

Adapun untuk alasan biaya dari rencana optimalisasi dimensi dan penulangan pada kolom bangunan Terminal Tipe A Tingkir sebagai berikut :

1. Penghematan Material;
2. Penghematan Biaya Pelaksanaan;
3. Pengurangan Biaya Operasional.



Gambar 4. Pemodelan 3D

Tahap Analisis Struktur Kolom Eksisting

Berikut ini merupakan tabel hasil rekapitulasi perhitungan struktur kolom eksisting :

Tabel 3. Tabel Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kolom Eksisting

No	Uraian	Hasil Pengecekan
1	Persyaratan geometri	Telah memenuhi ketentuan yang berlaku
2	Rasio tulangan lentur	Dinyatakan sesuai dengan standar yang ditetapkan
3	Kapasitas aksial dan lentur	Telah diverifikasi dan memenuhi syarat perencanaan
4	Ketentuan kolom kuat – balok lemah	Telah dipenuhi sesuai prinsip desain struktur tahan gempa
5	Kapasitas geser pada bagian tumpuan	Sudah sesuai dengan perhitungan yang dipersyaratkan
6	Kapasitas geser pada bagian lapangan	Dinyatakan memenuhi kriteria desain
7	Penulangan sengkang pada bagian tumpuan	Tidak sesuai dengan strander perencanaan
8	Penulangan sengkang pada bagian lapangan	Dinyatakan sesuai aturan teknis
9	Jarak antar sengkang pada bagian tumpuan	Memenuhi ketentuan minimal dan maksimal
10	Jarak sengkang pada bagian lapangan	Dinyatakan sesuai dengan persyaratan desain
11	Jarak antar kaki sengkang	Telah memenuhi ketentuan penempatan tulangan yang diizinkan
12	Jumlah tulangan longitudinal yang terkekang	Sesuai dengan kebutuhan perencanaan struktur

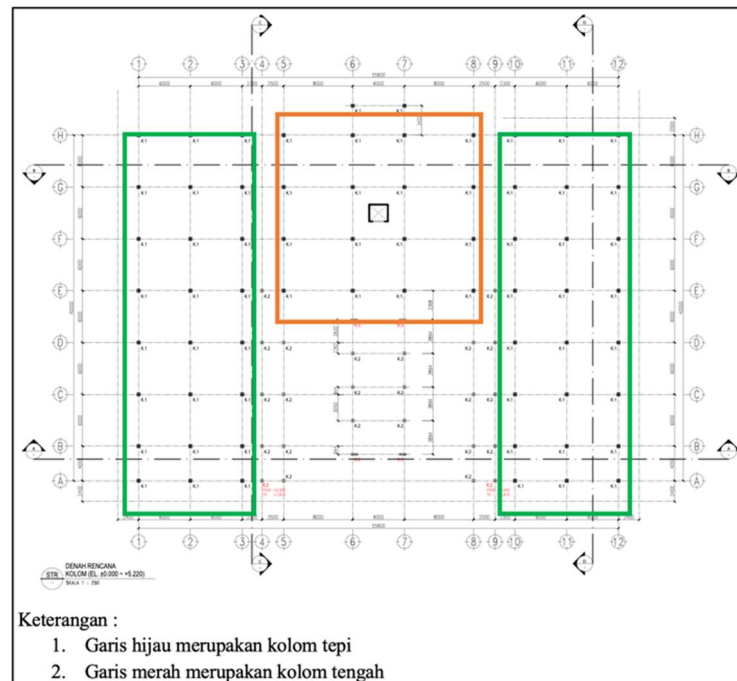
Sumber : Analisa Data

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa beberapa kolom tidak memenuhi syarat kekuatan minimum terhadap kombinasi beban faktorial. Terutama penulangan sengkang pada bagian tumpuan di bawah persyaratan minimum yang tidak memadai untuk kondisi gempa kuat. Secara umum, evaluasi struktur kolom eksisting menjadi dasar penting dalam menentukan kebutuhan perkuatan dan rekayasa ulang penulangan agar bangunan tetap aman sesuai ketentuan SNI dan siap menghadapi beban gempa masa depan.

Dikarakanan kolom eksisting mengalami ketidaksesuaian dengan SNI 2847:2019 tentang tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung dan SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan, untuk itu terdapat 2 opsi untuk kolom perkuatan dan optimalisasi yaitu:

1. Perkuatan pada Kolom Tengah dengan Jaket Beton dengan tebal 50 mm;

2. Optimalisasi pada Kolom Tepi untuk dapat dipergunakan pada desain Bangunan Gedung yang memiliki kriteria yang sama.



Gambar 5. Denah Kolom

Sumber : BPTD Kelas I Jawa Tengah

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Struktur Kolom

Berikut ini merupakan tabel hasil rekapitulasi perhitungan struktur kolom kekuatan dan rencana optimalisasi :

Tabel 4. Tabel Rekapitulasi Hasil Desain

No	Uraian	Hasil Pengecekan
1	Persyaratan geometri	Telah memenuhi ketentuan yang berlaku
2	Rasio tulangan lentur	Dinyatakan sesuai dengan standar yang ditetapkan
3	Kapasitas aksial dan lentur	Telah diverifikasi dan memenuhi syarat perencanaan
4	Ketentuan kolom kuat – balok lemah	Telah dipenuhi sesuai prinsip desain struktur tahan gempa
5	Kapasitas geser pada bagian tumpuan	Sudah sesuai dengan perhitungan yang dipersyaratkan
6	Kapasitas geser pada bagian lapangan	Dinyatakan memenuhi kriteria desain
7	Penulangan sengkang pada bagian tumpuan	Sesuai dengan standar perencanaan
8	Penulangan sengkang pada bagian lapangan	Dinyatakan sesuai aturan teknis

No	Uraian	Hasil Pengecekan
9	Jarak antar sengkang pada bagian tumpuan	Memenuhi ketentuan minimal dan maksimal
10	Jarak sengkang pada bagian lapangan	Dinyatakan sesuai dengan persyaratan desain
11	Jarak antar kaki sengkang	Telah memenuhi ketentuan penempatan tulangan yang diizinkan
12	Jumlah tulangan longitudinal yang terkekang	Sesuai dengan kebutuhan perencanaan struktur

Sumber : Analisa Data

Tahap Analisis Volume Pekerjaan

Analisis biaya dari hasil perhitungan optimalisasi pada perhitungan struktur kolom pada kolom eksisting, perkuatan dan optimalisasi dapat dihitung volume pekerjaan beton, pembesian dan bekisting.

Tabel 5. Tabel Volume Kolom

No	Tipe Kolom	Volume Beton	Volume Besi	Volume Bekisting
1	Tipe Kolom Eksisting			
a	Kolom 1 tengah Berjumlah 18	29,38 m ³	9.585,39 kg	293,76 m ²
b	Kolom 1 tepi Berjumlah 48	29,38 m ³	25.561,04 kg	783,36 m ²
2	Tipe Kolom Perkuatan dengan Jaket Beton			
a	16D13 D10-75	16,52 m ³	8131,28 kg	359,04 m ²
b	12D19 D10-80	16,52 m ³	9.653,39 kg	359,04 m ²
c	12D22 D10-100	16,52 m ³	10.372,67 kg	359,04 m ²
3	Tipe Kolom Optimalisasi			
a	16D13 D10-75	78,34 m ³	21.683,40 kg	783,36 m ²
b	14D16 D10-80	78,34 m ³	23.470,62 kg	783,36 m ²
c	12D22 D10-100	78,34 m ³	27.660,44 kg	783,36 m ²

Sumber : Analisa Data

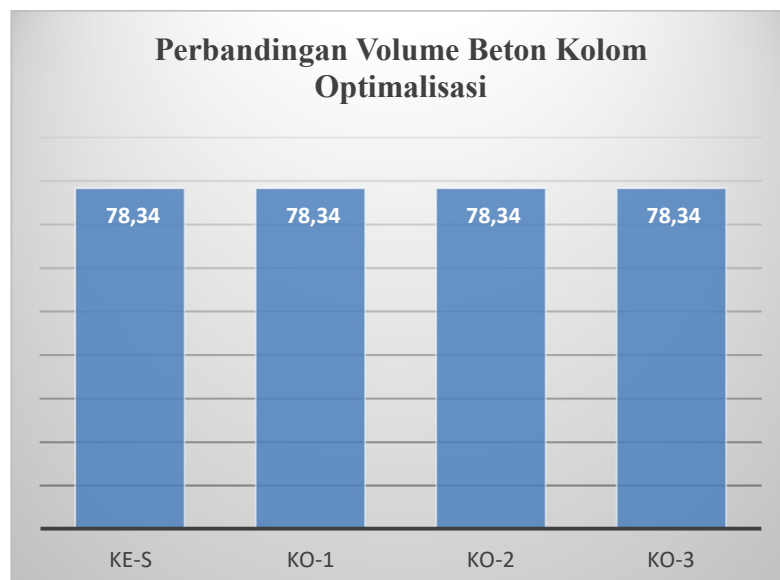
Berikut merupakan perbandingan volume beton dari kolom perkuatan dengan kolom eksisting:



Gambar 6. Perbandingan Volume Beton Kolom Perkuatan dengan Eksisting

Sumber : Hasil Analisa Data

Berikut merupakan perbandingan volume beton dari kolom optimalisasi dengan kolom eksisting:



Gambar 7. Perbandingan Volume Beton Kolom Optimalisasi dengan Eksisting

Sumber : Hasil Analisa Data

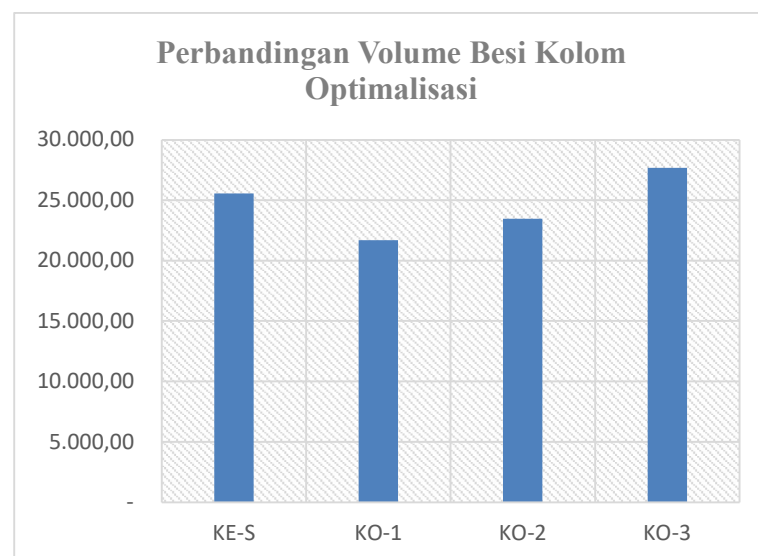
Berikut merupakan perbandingan volume besi dari kolom perkuatan dengan kolom eksisting:



Gambar 8. Perbandingan Volume Besi Kolom Perkuatan dengan Eksisting

Sumber : Hasil Analisa Data

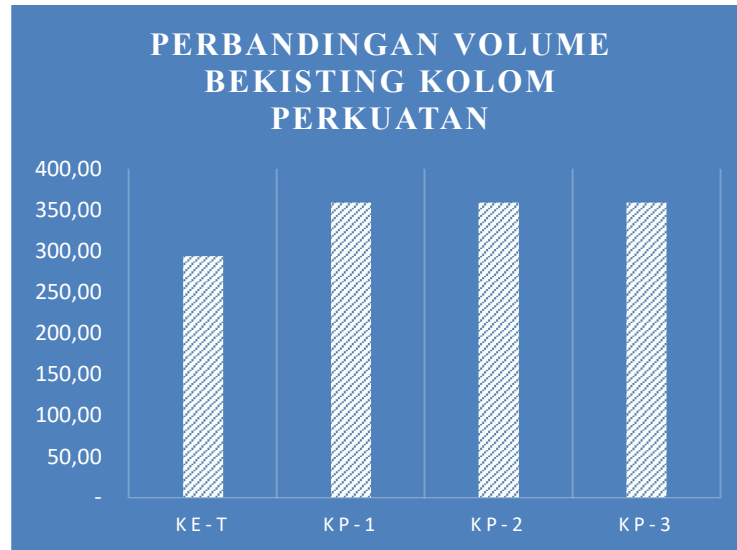
Berikut merupakan perbandingan volume besi dari kolom optimalisasi dengan kolom eksisting:



Gambar 9. Perbandingan Volume Besi Kolom Optimalisasi dengan Eksisting

Sumber : Hasil Analisa Data

Berikut merupakan perbandingan volume begisting dari kolom perkuatan dengan kolom eksisting:



Gambar 10. Perbandingan Volume Begisting Kolom Perkutana dengan Eksisting

Sumber : Hasil Analisa Data

Berikut merupakan perbandingan volume besi dari kolom optimalisasi dengan kolom eksisting:



Gambar 11. Perbandingan Volume Begisting Kolom Optimalisasi dengan Eksisting

Sumber : Hasil Analisa Data

Tabel 6. Jumlah Kolom

No	Volume Beton	Kode	Jumlah Kolom
1	Kolom eksisting tengah	KE-T	18 kolom di lantai 1 dan lantai 2
2	Kolom eksisting samping	KE-S	48 kolom di lantai 1 dan lantai 2
3	Kolom perkuatan 1	KP-1	18 kolom di lantai 1 dan lantai 2
4	Kolom perkuatan 2	KP-2	18 kolom di lantai 1 dan lantai 2
5	Kolom perkuatan 3	KP-3	18 kolom di lantai 1 dan lantai 2
6	Kolom optimalisasi 1	KO-1	48 kolom di lantai 1 dan lantai 2
7	Kolom optimalisasi 2	KO-2	48 kolom di lantai 1 dan lantai 2
8	Kolom optimalisasi 3	KO-3	48 kolom di lantai 1 dan lantai 2

Tahap Analisis Biaya Pekerjaan

Dari harga satuan yang di ambil dari Mas Petruk dapat dimasukkan pada item pekerjaan Beton, Besi dan Bekisting untuk mengetahui jumlah biaya yang dikeluarkan. Adapun hasil perhitungan item pekerjaan Beton, Besi dan Bekisting sebagai berikut :

Tabel 7. Tabel Hasil Perhitungan Biaya Pekerjaan Besi

Tipe Kolom	Volume Besi (kg)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Besi (Rp)
KE-T	9.585,39	20.639	134.090.004
KE-S	25.561,04	20.639	357.573.344
KP-1	8131,28	20.639	113.748.431
KP-2	9.653,39	20.639	135.041.211
KP-3	10.372,67	20.639	145.103.219
KO-1	21.683,40	20.639	303.329.150
KO-2	23.470,62	20.639	328.330.470
KO-3	27.660,44	20.639	386.941.918

Sumber : Analisa Data

Tabel 8. Tabel Hasil Perhitungan Biaya Pekerjaan Beton

Tipe Kolom	Volume Beton (m3)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Beton (Rp)
KE-T	29,38	1.300.322	38.198.259
KE-S	78,34	1.300.322	101.862.024
KP-1	16,52	1.300.322	21.486.521
KP-2	16,52	1.300.322	21.486.521
KP-3	16,52	1.300.322	21.486.521

Tipe Kolom	Volume Beton (m3)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Beton (Rp)
KO-1	78,34	1.300.322	101.862.024
KO-2	78,34	1.300.322	101.862.024
KO-3	78,34	1.300.322	101.862.024

Sumber : Analisa Data

Tabel 9. Tabel Hasil Perhitungan Biaya Pekerjaan Bekisting

Tipe Kolom	Volume Bekisting (m2)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Bekisting (Rp)
KE-T	293,76	215.569	63.325.549
KE-S	783,36	215.569	168.868.132
KP-1	359,04	215.569	77.397.894
KP-2	359,04	215.569	77.397.894
KP-3	359,04	215.569	77.397.894
KO-1	783,36	215.569	168.868.132
KO-2	783,36	215.569	168.868.132
KO-3	783,36	215.569	168.868.132

Sumber : Analisa Data

Dari tabel rekapitulasi total biaya beton, besi dan bekisting di atas bisa disimpulkan bahwa pekerjaan pada perkuatan kolom pada tipe Kolom KP-1 memiliki biaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan rencana perkuatan kolom lainnya. Sementara itu, untuk optimalisasi kolom didapatkan pada Kolom KO-1 memiliki biaya yang lebih sedikit dan efisien dari 2 tipe yang lainnya.

Tabel 10. Perbandingan Biaya Total

Tipe Kolom	Jumlah Biaya (Rp)	Pengurangan Dengan Kolom Eksisting (Rp)	Persentase
KE-T	235.613.812	0	0%
KE-S	628.303.500	0	0%
KP-1	212.632.846	- 22.980.967	-10%
KP-2	233.925.626	- 1.688.187	-1%
KP-3	243.987.634	8.373.821	4%
KO-1	574.059.306	- 54.244.194	-9%
KO-2	599.060.626	- 29.242.874	-5%
KO-3	657.672.074	29.368.574	5%

Sumber : Analisa Data

Dari tabel perbandingan biaya pekerjaan besi di atas berikut penjelasannya secara detailnya :

1. Kolom KP-1 untuk kolom perkuatan pada semua biaya pekerjaan merupakan kolom dengan jumlah harga terendah dengan selisih nilai sebesar Rp 22.980.967 dengan persentase 10%.
2. Kolom KO-1 untuk optimalisasi pada semua biaya pekerjaan merupakan kolom dengan jumlah harga terendah dengan selisih nilai sebesar Rp 54.244.194 dengan persentase 9%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun dari penelitian Studi Optimalisasi Dimensi dan Penulangan Kolom pada Bangunan Gedung Terminal Tipe A di Salatiga menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis struktur pada kolom eksisting bahwa kolom tersebut belum memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019.
2. Hasil perhitungan struktur kolom sebagai perkuatan pada kolom eksisting terdapat 2 alternatif yaitu:
 - a. Perkuatan kolom eksisting dibagian tengah dengan metode jaket beton dengan tebal 50 mm. Dengan hasil kriteria kolom KP-1 dengan tulangan 16D13 dapat digunakan.
 - b. Optimalisasi pada Kolom Tepi pada lantai 1 dan lantai 2 untuk dapat dipergunakan pada desain bangunan gedung yang memiliki kriteria yang sama. Dengan hasil kriteria kolom KO-1 dengan tulangan 16D13 dapat digunakan.
3. Kolom KP-1 pada perkuatan dengan jaket beton pada semua pekerjaan sebesar Rp 22.980.967 dengan persentase 10% dan khusus pekerjaan besi pada kolom yang sama menghemat biaya dengan selisih nilai sebesar Rp 20.341.573 dengan persentase 15%. Kolom KO-1 pada perkuatan dengan jaket beton pada semua pekerjaan sebesar Rp 54.244.194 dengan persentase 9% dan khusus pekerjaan besi pada kolom yang sama menghemat biaya dengan selisih nilai sebesar Rp 54.244.194 dengan persentase 15%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada BPTD Kelas I Jawa Tengah atas segala bentuk dukungan, bantuan, serta kerja sama yang telah diberikan selama proses pelaksanaan penelitian karya ilmiah ini. Kontribusi yang diberikan sangat berarti dalam kelancaran pengumpulan data dan penyusunan penelitian, sehingga karya ilmiah ini dapat

terselesaikan dengan baik. Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang baik dan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang.

6. DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan.

Rivaldi, F. (2023). Pengaruh Perubahan Variasi Dimensi Kolom terhadap Kekuatan Struktur Bangunan Tinggi pada Proyek Antasari Place. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, 1(1), 104-111.

Walujodjati, E., dan Auliani, D. (2023). Pengaruh Ukuran Dimensi Column Capital Pada Flat Slab Terhadap Kegagalan Geser Pons. *Jurnal Konstruksi*, 21(1), 121-127.

Prasetya, N. A., Hernadi, A., dan Nugroho, A. (2021). Studi Komparasi Perancangan Balok Struktural Berdasarkan SNI 2847-2002, SNI 2847-2013 Dan SNI 2847-2019. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 294-306.