

REVIEW DESAIN ELEMEN BALOK PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL DI SURABAYA

Enrico Prima Anugerah¹, Retno Trimurtiningrum²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya
Email: enricoprimal4@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya
Email: retnotrimurti@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

In building construction, a design may have the possibility of a review. This review is nothing but aimed at finding cost efficiency by identifying, improving design efficiency, and or looking for design alternatives. In this study, one of the hotel construction projects in Surabaya was chosen. After the interview session, the implementing team of the hotel construction gave an opinion that the construction of the main structure in this project was too wasteful or overdesign. After a review of the location, there is beam that has dimensions of 60 x 85 cm. Therefore the author will try to find design alternatives that are more efficient in terms of strength and cost. The references in this alternative will be SNI 2847:2019 and 1726:2019. Modeling and calculating the main structure using Professional Structural Analysis Robot software with the aim of making it easier and becoming a reference. The results of the discussion research include a review of the design on the initial or existing design, changes in dimensions and changes in the number and size of reinforcement on the beams. In terms of cost the author can save up to 25% of the amount of initial design costs.

Keywords: Overdesign, Review Design, Robot Structural Analysis Profesional, Alternative Design, Budget Plan.

ABSTRAK

Pada pembangunan gedung, terdapat desain yang punya kemungkinan untuk dilakukannya tinjauan kembali. Peninjauan ini tidak lain bertujuan untuk mencari efisiensi biaya dengan cara mengidentifikasi, meningkatkan efisiensi desain, dan atau mencari alternatif desain. Pada penelitian ini, maka dipilih salah satu proyek pembangunan hotel di Surabaya. Setelah dilakukannya sesi wawancara, tim pelaksana dari pembangunan hotel memberikan pendapat bahwasanya pembangunan struktur utama pada proyek ini terlalu boros atau overdesign. Setelah dilakukan peninjauan terhadap lokasi terdapat dimensi balok sebesar 60 x 85 cm. Oleh karena itu penulis akan mencoba untuk mencari alternatif desain yang lebih efisien dari segi kekuatan dan biaya. Yang akan menjadi acuan dalam alternatif ini adalah SNI 2847:2019 dan 1726:2019. Permodelan dan perhitungan struktur utama menggunakan software Robot Structural Analysis Profesional dengan tujuan mempermudah sekaligus menjadi sebuah referensi. Hasil dari penelitian pembahasan diantaranya yaitu review design pada desain awal atau eksisting, perubahan dimensi dan perubahan jumlah maupun ukuran tulangan pada balok. Dari segi biaya penulis dapat menghemat hingga 25% dari jumlah biaya desain awal.

Kata kunci: Overdesign, Review Design, Robot Structural Analysis Profesional, Alternatif Desain, Rencana Anggaran Biaya.

1. PENDAHULUAN

Hotel yang dipilih penulis terletak di Surabaya. Hotel ini direncanakan memiliki 4 lantai dimana ketinggian masing-masing lantai sebesar 3,5 meter. Dimensi rencana untuk struktur utama adalah 60 x 85 cm untuk balok. Dalam hal ini, tim kontraktor pelaksana proyek memberikan pendapat bahwasanya dimensi kolom dan balok terlalu boros atau *overdesign* sehingga akan mengeluarkan pembiayaan yang lebih besar.

Bangunan memiliki luas 360 m², dimana panjang gedung adalah 24 meter dan lebar gedung adalah 14

meter. Setiap lantai memiliki balok dan kolom yang berbeda-beda. Untuk dimensi balok yang terbesar adalah 60 x 85 cm hingga yang terkecil sebesar 20 x 15 cm. jarak antar kolom adalah 4 meter dan dibantu oleh kolom praktis.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2020 mengenai kewajiban kontraktor untuk meninjau atau *me-review* desain, yang dimana hal tersebut menjadi alasan utama bagi penulis untuk melakukan *review design* atau peninjauan ulang terhadap desain struktur utama

desain awal untuk mengkategorikan kekuatan struktur tersebut termasuk kedalam kategori cukup kuat, kuat, atau bahkan melampaui kekuatan yang dibutuhkan. Sehingga diperlukan evaluasi berupa alternatif desain sesuai dengan peraturan-peraturan terbaru.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengambil topik *review design* pada struktur utama salah satu hotel di Surabaya sehingga rencana akhir penulis akan menyediakan alternatif desain. Alternatif desain berupa perubahan dimensi kolom dan atau perubahan dimensi balok.

Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) karena struktur yang dihasilkan akan memiliki daktilitas tinggi, yang sehingga bisa direncanakan menggunakan gaya gempa minimum. Akan tetapi kekuatan dan kekakuan struktur juga harus kuat menahan beban rencana, baik itu beban gravitasi, angin dan gempa. Struktur juga harus menghasilkan *story drift* yang sesuai dengan Batasan peraturan [1].

Dalam tugas akhir ini penulis melakukan alternatif desain pada struktur utama salah satu hotel di Surabaya dengan menggunakan *software Autodesk Robot Structural Analysis Profesional* agar dalam perencanaan dan pelaksanaan lebih efisien dari segi waktu, tenaga dan biaya. Dengan *software* ini juga akan lebih meminimalisir adanya kesalahan di dalam pelaksanaan pekerjaan sehingga bangunan akan aman, efisien dari segi kekuatan dan biaya, serta sesuai dengan Standart Nasional Indonesia yang digunakan sebagai acuan.

Software Autodesk Robot Structural Analysis Profesional adalah sebuah aplikasi yang dapat membantu dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek, sehingga penyelesaian suatu proyek dapat terintegrasi mulai dari perencanaan hingga akhir proyek. Kemampuan yang dimiliki *software* ini membuat banyak perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi di berbagai negara tertarik untuk menggunakannya. Walaupun perusahaan konstruksi tersebut akan mengeluarkan investasi yang lebih banyak daripada menggunakan metode kerja yang konvensional, namun penggunaannya terus meluas karena *software* ini terbukti memberikan keuntungan jangka panjang berupa peningkatan produktivitas dalam proses perencanaan, pelaksanaan, dan perawatan [2]. Namun dalam tugas akhir ini hanya akan menggunakan *software Autodesk Robot* sebagai permodelan struktur utama dan perhitungan struktur dan momen.

2. DATA PEMBEBANAN

Beban gravitasi

Beban gravitasi dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1. Beban mati

Ketentuan beban mati akan diambil berdasarkan PPIUG 1983. Koefisien reduksi beban mati untuk bangunan hotel sebesar 0,9. Beban mati ini akan di-input dalam permodelan *Robot Structural Analysis Profesional* sebagai *Dead Load*.

Tabel 1. Beban mati (PPIUG, 1983)

| No. | Gaya (kg) | Berat (Kg/m3) |
|-----|-----------------|---------------|
| 1 | Beton bertulang | 2400 |
| 2 | Dinding ½ bata | 250 |
| 3 | Plafond | 20 |
| 4 | Instalasi MEP | 25 |
| 5 | Spesi | 21 |
| 6 | Waterproofing | 14 |
| 7 | Kramik | 24 |

2. Beban hidup

Ketentuan beban hidup mengacu pada peraturan SNI 1727:2020. Koefisien reduksi beban hidup untuk bangunan hotel adalah 0,3. Beban hidup ini akan di-input dalam permodelan *Robot Structural Analysis Profesional* sebagai *Live Load*.

Tabel 2. Beban hidup (PPIUG, 1983)

| Fungsi | Merata, L ₀ (kNm ³) | Terpusat d (kN) | Merata, L ₀ (Kg/m ²) | Terpusat d (Kg) |
|---------------------|--|-----------------|---|-----------------|
| Lantai fungsi hotel | 4,79 | 4,45 | 488,44 | 453,77 |
| Atap | 4,79 | | 488,44 | |

Beban angin

Dalam perhitungan beban angin data diambil dari BPS dimana data mulai diperhitungkan dari tahun 2019 hingga 2020. Maka kecepatan angin dasar yang akan di-input dalam permodelan *Robot Structural Analysis Profesional* sebesar V = 33 m/s.

Beban gempa

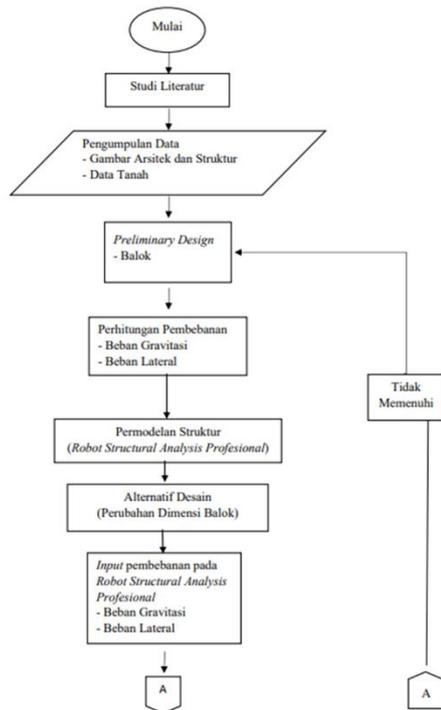
- a. Kategori resiko = II
- b. Klasifikasi situs = SE / tanah lunak



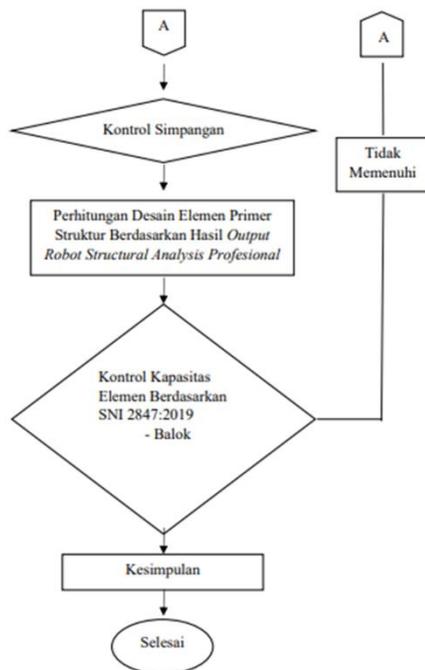
Gambar 1. Spektrum respon desain (RSA,2019)

3. DIAGRAM ALIR

Berikut adalah diagram alir yang bertujuan untuk mempermudah penulis untuk penelitian:



Gambar 2. Diagram alir (Kajian penulis, 2022)



Gambar 3. Diagram lanjutan (Kajian penulis, 2022)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Review design

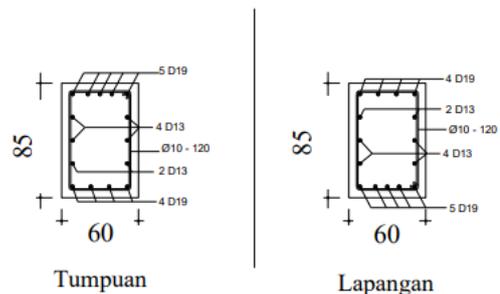
Review desain adalah suatu kewajiban kontraktor untuk mengecek kembali apakah desain dapat dibangun pada kondisi lapangan *real*. Tujuan dari *review* desain ini, yaitu untuk mengetahui kekuatan

struktur utama yang mengacu pada Standart Nasional Indonesia untuk masuk ke dalam kategori-kategori sebagai berikut:

1. Cukup kuat
2. Kuat
3. Terlampaui kuat

Kategori-kategori diatas menjadi acuan penulis untuk menyediakan alternatif desain yang lebih efisien dari segi biaya dan kekuatan. Berikut merupakan perbandingan rasio penulangan (ρ) balok dengan ρ min berdasarkan SNI 2847:2019.

Balok B1



Gambar 4. Balok B1 eksisting (SUAI ARCHITECTURE, 2021)

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Lebar selimut beton} &= 40 \text{ mm} \\ \text{Diameter tulangan} &= D19 \\ A_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d.tul^2 \\ d &= h - t_s - d_s - \frac{1}{2} d.tul \\ &= 850 - 40 - 10 - 9,5 \\ &= 690,5 \\ \rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\ &= \frac{1416,925}{500 \times 690,5} \\ &= 0,004104 \end{aligned}$$

Tabel 3. Rekap perbandingan rasio penulangan balok (Kajian penulis, 2022)

| No. | Balok | ρ ($A_s/b.d$) | ρ min | |
|-----|---------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | | | $\frac{0,25 \cdot \sqrt{f_c'}}{f_y}$ | $\frac{1,4}{f_y}$ |
| 1 | B1 (60/85) | 0,00410 | 0,003898 | 0,004375 |
| 2 | B2 (30/30) | 0,00370 | | |
| 3 | B3 (15/20) | 0,01032 | | |
| 4 | B4 (40/60) | 0,00370 | | |
| 5 | B5 (30/50) | 0,00454 | | |
| 6 | B6 (25/40) | 0,00308 | | |

Dari table 3 diketahui bahwa beberapa elemen yang memiliki rasio penulangan atau perbandingan luas tulangan terhadap luas penampang beton, relative kecil karena belum memenuhi persyaratan ρ min.

Preliminary design balok

Dalam perhitungan *preliminary design* balok didapat ukuran-ukuran yang akan di rekapitulasi bersama ukuran awal atau eksisting.

Tabel 4. Rekap ukuran rencana balok (Kajian penulis, 2022)

| No. | Balok | Ukuran awal (cm) | Ukuran rencana (cm) |
|-----|-------|------------------|---------------------|
| 1 | B1 | 60/85 | 50/75 |
| 2 | B2 | 40/70 | 30/60 |
| 3 | B3 | 50/70 | 40/60 |

Partisipasi modal massa

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.9.1 halaman 77, analisis yang akan menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. Dari *output Robot Structural Analysis Profesional* menunjukkan bahwa partisipasi massa mencapai 90%, dimana angka tersebut merupakan analisis massa ragam paling sedikit yang diijinkan. Untuk arah X berada di mode 30 dan arah Y berada di mode 30 dengan periode hasil *output* sebesar 0,47 sec dan frekuensi maks sama dengan 10,7 Hz. Dapat diketahui bahwa berdasarkan ketentuan SNI 1726-2019 telah memenuhi syarat.

Base shear

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.9.1.4.1 Halaman 78 untuk cek *base shear*, *output* dari *Robot Structural Analysis Profesional* didapat nilai gaya geser sebesar:

- V dinamik arah X = 27377,110 Kgf
- V dinamik arah Y = 27377, 110 Kgf
- V statik arah X = 27377,11 Kgf
- V statik arah Y = 27377,11 Kgf

Cek *base shear* arah X :

- V dinamik > 100% x V static
- 22377,110 > 100% x 27377,11
- 22377,110 > 22377,11 (*memenuhi syarat*)

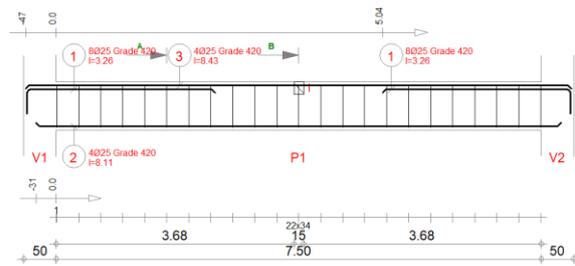
Cek *base shear* arah Y :

- V dinamik > 100% x V static
- 22377,110 > 100% x 27377,11
- 22377,110 > 22377,11 (*memenuhi syarat*)

Desain tulangan balok menggunakan software Robot Structural Analysis Profesional

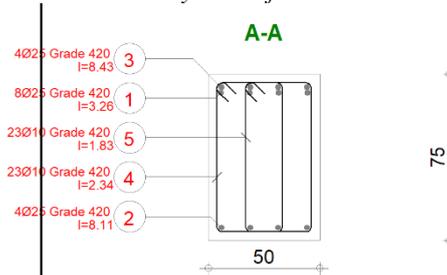
Lentur balok pada Robot Structural Analysis Profesional

Desain berikut merupakan desain tulangan lentur tumpuan dan lapangan hasil *output* dari *Robot Structural Analysis Profesional*. Balok B1-37 memiliki momen yang paling besar sehingga menjadi bahan perhitungan untuk digunakan sebagai desain alternatif balok B1.



Gambar 5. Desain tulangan RSAP (Kajian penulis, 2022)

Berikut adalah detail tulangan tumpuan *output* dari *Robot Structural Analysis Profesional*:



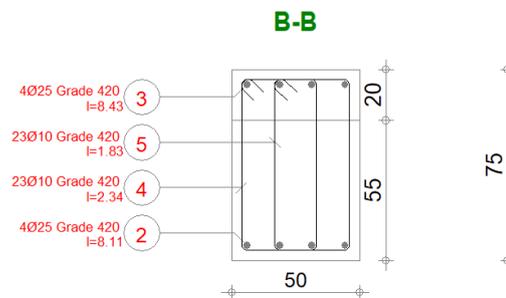
Gambar 6. Desain tulangan tumpuan RSAP (Kajian penulis, 2022)

Output RSAP tulangan tumpuan:

As = 8 – D25

A;s = 4 – D25

Berikut adalah detail tulangan lapangan *output* dari *Robot Structural Analysis Profesional*:



Gambar 7. Desain tulangan lapangan RSAP (Kajian penulis, 2022)

Output RSAP tulangan tumpuan:

As = 4 – D25

A;s = 4 – D25

Cek kapasitas balok :

$\phi \times Mn > Mu$

$Mn = (As \text{ pakai } \times fy) \times (d - a/2)$
 $= (3925 \times 420) \times (687,5 - 129,3/2)$
 $= 973196823,5 \text{ N.mm}$

$0,9 \times 973196823,5 > 202969114,2$ (Output RSAP)
 $875877141,2 > 202969114,2$

Dari hasil tulangan *output* RSAP, dianggap masih terlalu boros untuk dijadikan desain B1. Maka dari itu akan dilakukan perhitungan secara manual berdasarkan Persyaratan SNI 2846-2019.

Perhitungan tulangan lentur balok di tumpuan secara manual

$$R_n = 1,377 \text{ Mpa}$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \times F_c}{F_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times F_c}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \times 30}{420} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,377}{0,85 \times 30}} \right)$$

$$= 0,00337 \text{ mm}$$

Cek rasio tulangan minimum

$$\rho \text{ min 1} = \frac{0,25 \times \sqrt{F_c}}{F_y} = \frac{0,25 \times \sqrt{30}}{420} = 0,00326$$

$$\rho \text{ min 2} = \frac{1,4}{F_y} = \frac{1,4}{420} = 0,00333 \text{ mm (menentukan)}$$

Cek rasio tulangan perlu

$$p > p \text{ min}$$

$$0,00337 > 0,00333 \text{ (memenuhi syarat)}$$

$$\text{Luas tulangan yang digunakan} = A_s \text{ perlu} = p \times b \times d = 1159,56 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang digunakan:

$$A_s - 25 = \frac{1}{4} \times \pi \times d \cdot \text{tul}^2 = 490,625 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s \text{ Perlu}}{A \cdot \text{tul}} = \frac{1159,56}{490,625} = 2,36 \rightarrow 3 \text{ tulangan}$$

(Output RSAP \rightarrow 8 tulangan)

$$A_s \text{ pakai} = n \times A \cdot \text{tul} = 1471,875 \text{ mm}^2$$

Cek syarat spasi tul. SNI 2847-2019 pasal 24.3.2

Jika 3 tulangan dipasang dalam 1 lapis, maka spasi bersih yang didapat sebesar :

$$S \text{ tul. as - as} = \frac{(b - (2 \times ts)) - (2 \times \emptyset s) - (2 \times \frac{1}{2} \times d \cdot \text{tul})}{n - 1}$$

$$= \frac{(500 - (2 \times 40)) - (2 \times 10) - (2 \times \frac{1}{2} \times 25)}{3 - 1}$$

$$= 187,5 \text{ mm}$$

$$S \text{ bersih} = (S \text{ tul. as - as}) - \left(2 \times \frac{1}{2} \times d \cdot \text{tul} \right)$$

$$= 162,5 \text{ mm}$$

S bersih > 40 mm (Oke). Maka tulangan dipasang dalam 1 lapis.

$$C_c = 50 \text{ mm} / F_s = \frac{2}{3} \times F_y = 280 \text{ Mpa}$$

$$S = 380 \times \left(\frac{280}{F_s} \right) - (2,5 \times C_c) < 300 \times \left(\frac{280}{F_s} \right)$$

$$= 255 \text{ mm} < 300 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

$$S \text{ tersedia} = S \text{ bersih} < S$$

$$= 162,5 \text{ mm} < 255 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

Jadi diperoleh tulangan tumpuan sebagai berikut

$$A_s = 3 - D25 \text{ mm}$$

$$A_s; s = 3 - D25 \text{ mm}$$

Perhitungan tulangan lentur balok di lapangan secara manual

$$R_n = 1,377 \text{ Mpa}$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \times F_c}{F_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times F_c}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 \times 30}{420} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,377}{0,85 \times 30}} \right)$$

$$= 0,00337 \text{ mm}$$

Cek rasio tulangan minimum

$$\rho \text{ min 1} = \frac{0,25 \times \sqrt{F_c}}{F_y} = \frac{0,25 \times \sqrt{30}}{420} = 0,00326$$

$$\rho \text{ min 2} = \frac{1,4}{F_y} = \frac{1,4}{420} = 0,00333 \text{ mm (menentukan)}$$

Cek rasio tulangan perlu

$$p > p \text{ min}$$

$$0,00337 > 0,00333 \text{ (memenuhi syarat)}$$

$$\text{Luas tulangan yang digunakan} = A_s \text{ perlu} = p \times b \times d = 1159,56 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang digunakan:

$$A_s - 25 = \frac{1}{4} \times \pi \times d \cdot \text{tul}^2 = 490,625 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s \text{ Perlu}}{A \cdot \text{tul}} = \frac{1159,56}{490,625} = 2,36 \rightarrow 3 \text{ tulangan}$$

(Output RSAP \rightarrow 4 tulangan)

$$A_s \text{ pakai} = n \times A \cdot \text{tul} = 1471,875 \text{ mm}^2$$

Cek syarat spasi tul. SNI 2847-2019 pasal 24.3.2

Jika 3 tulangan dipasang dalam 1 lapis, maka spasi bersih yang didapat sebesar :

$$S \text{ tul. as - as} = \frac{(b - (2 \times ts)) - (2 \times \emptyset s) - (2 \times \frac{1}{2} \times d \cdot \text{tul})}{n - 1}$$

$$= \frac{(500 - (2 \times 40)) - (2 \times 10) - (2 \times \frac{1}{2} \times 25)}{3 - 1}$$

$$= 187,5 \text{ mm}$$

$$S \text{ bersih} = (S \text{ tul. as - as}) - \left(2 \times \frac{1}{2} \times d \cdot \text{tul} \right)$$

$$= 162,5 \text{ mm}$$

S bersih > 40 mm (Oke). Maka tulangan dipasang dalam 1 lapis.

$$C_c = 50 \text{ mm} / F_s = \frac{2}{3} \times F_y = 280 \text{ Mpa}$$

$$S = 380 \times \left(\frac{280}{F_s} \right) - (2,5 \times C_c) < 300 \times \left(\frac{280}{F_s} \right)$$

$$= 255 \text{ mm} < 300 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

$$S \text{ tersedia} = S \text{ bersih} < S$$

$$= 162,5 \text{ mm} < 255 \text{ mm (memenuhi syarat)}$$

Jadi diperoleh tulangan tumpuan sebagai berikut

$$A_s = 3 - D25 \text{ mm}$$

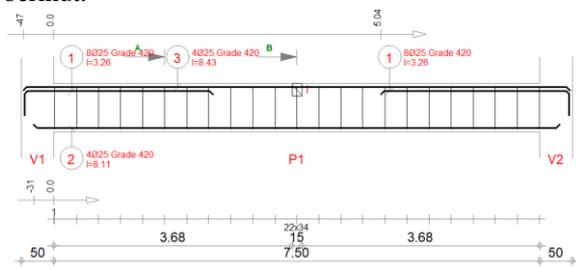
$$A_s; s = 3 - D25 \text{ mm}$$

Tabel 5. Rekap tulangan perhitungan manual (Kajian penulis, 2022)

| Daerah | Balok | | Mn | Mr | Mu |
|----------|-------|------|-----------------|---------------|-----------------|
| | A; s | A; s | | | |
| Tumpuan | 3 | 3 | 3899263 11,1 | 350933 680 | 2929691 14,2 |
| Lapangan | 3 | 3 | 3899263 11,1 | 350933 680 | 2929691 14,2 |

Geser balok pada RSAP

Pada output RSAP, tulangan sengkang menggunakan 4D10 – 200 mm pada daerah plastis dan besi 4D10 – 200 mm pada daerah kritis. Seperti pada gambar berikut:



Gambar 8. Desain tulangan geser RSAP (Kajian penulis, 2022)

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 9.7.6.2.2 untuk cek geser balok:

Daerah tumpuan

$$s \leq \frac{687,5}{4} \text{ atau, } 600 \text{ mm} = 171,875 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

Untuk batas maksimum pada daerah tumpuan adalah 171,875 mm. Pada output RSAP, daerah tumpuan menghasilkan nilai sebesar 200 mm yang artinya tidak memenuhi syarat berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 9.7.6.2.2.

Daerah lapangan

$$s \leq \frac{687,5}{2} \text{ atau, } 600 \text{ mm} = 343,75 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

untuk batas maksimum pada daerah lapangan adalah 343,75 mm. Pada output RSAP, daerah lapangan menghasilkan nilai sebesar 200 mm yang artinya geser balok pada daerah lapangan memenuhi syarat SNI 2847-2019 pasal 9.7.6.2.2.

Dari hasil tulangan geser output RSAP, salah satu persyaratan yang berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 9.7.6.2.2 tidak terpenuhi, Maka dari itu akan dilakukan perhitungan secara manual berdasarkan persyaratan SNI 2846-2019.

Perhitungan tulangan geser balok SRPMK secara manual

Analisa terhadap geser balok dibagi menjadi 2, yaitu area tumpuan dan area lapangan. Vu pada masing-masing daerah akan dicari. Berdasarkan SNI 2847-2019 Bab 9.4.3.2 cukup ditentukan nilai geser pada tumpuan yang terletak pada jarak d (tinggi balok efektif). Diketahui Vu pada RSAP = 272569,5 N.

Analisa daerah tumpuan

$$Vu1 = \frac{3062,5}{4000} \times Vu = 208686,02 \text{ N}$$

Hitung Vs rencana

$$Vn = Vc + Vs$$

$$Vs = 302,86 \text{ KN}$$

Untuk batas maksimum tulangan geser pada daerah tumpuan adalah 171,875 mm. Sehingga ditentukan tulangan geser adalah 150 mm.

Analisa daerah lapangan

$$Vu2 = \frac{1875}{4000} \times Vu = 127766,97 \text{ N}$$

Hitung Vs rencana

$$Vn = Vc + Vs$$

$$Vs = 302,86 \text{ KN}$$

Untuk batas maksimum jarak tulangan geser pada daerah tumpuan adalah 343,75 mm. Sehingga ditentukan tulangan geser adalah 200 mm.

Jadi didapat tulangan geser yang digunakan adalah

Daerah tumpuan = 3 – D10 – 150 mm

Daerah lapangan = 3 – D10 – 200 mm

Hitung nilai luasan teoritis (Av teoritis)

Pada daerah tumpuan

$$Av = \frac{Vs \times s}{Fyt \times d}$$

$$Av = \frac{302855,04 \times 150}{280 \times 687,5}$$

$$Av = 235,99 \text{ mm}^2$$

Pada daerah lapangan

$$Av = \frac{Vs \times s}{Fyt \times d}$$

$$Av = \frac{302855,04 \times 200}{280 \times 687,5}$$

$$Av = 314,65 \text{ mm}^2$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil review design dapat diketahui bahwa rasio penulangan atau perbandingan luas tulangan terhadap luas penampang beton relative kecil. Dikarenakan terdapat beberapa elemen yang belum memenuhi persyaratan p min.

2. Hasil dari perhitungan balok B1 secara manual didapat:

Tulangan lentur

Tulangan tumpuan = As = 3 – D25

= A;s = 3 – D25

Tulangan lapangan = As = 3 – D25

= A;s = 3 – D25

Tulangan geser

Daerah tumpuan = 3 – D10 – 150 mm

Daerah lapangan = 3 – D10 – 200 mm

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih untuk dosen pembimbing Ibu Retno Trimurtiningrum, ST., MT telah memberikan arahan dan petunjuk hingga terselesainya Jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- (BSN), B. S. N. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019). *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 8, 653–659.
- Belo, J. M. F. (2015). *Studi Perencanaan Struktur Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Pada Bangunan Gedung B Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang Tahap 1*. 151, 10–17.
<https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- GEOMEDIA. (2016). *Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa*. EDY. <https://geomedia.blogspot.com/2016/07/dasar-perencanaan-struktur-bangunan.html>