

Revitalisasi Desain Struktural Gedung Universitas Darul Ulum Melalui Analisis Perbandingan Tulangan Balok T

Lathifurrafi Azzakiyyah¹, Ruslan Hidayat², M. Zainul Arifin³

Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum, Indonesia
E-mail: lathifurrafi@gmail.com

DOI: 10.38043/telsinas.v6i1.4483	Received: 20 Maret 2023	Accepted: 12 April 2023	Publish: 25 April 2023
----------------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------

ABSTRAK: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa kebutuhan tulangan pada balok T kompatibilitas dengan menggunakan program SAP 2000 dan membandingkannya dengan perhitungan manual yang biasa digunakan oleh para insinyur dan arsitek. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan antara metode perhitungan manual dan SAP 2000. Perhitungan manual menghasilkan tulangan tumpuan sebanyak 7 diameter 16 (Tekan) dan jumlah 7 diameter 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 3 diameter 10, serta tulangan lapangan sebanyak 7 diameter 16 (Tekan) dan 7 diameter 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 3 diameter 10. Sementara itu, perhitungan SAP 2000 menunjukkan tulangan tumpuan sebanyak 7 diameter 16 (Tekan) dan 4 diameter 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 20 diameter 8, dan tulangan lapangan sebanyak 2 diameter 16 (Tekan) dan 6 diameter 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 12 diameter 8. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan jumlah tulangan yang dibutuhkan antara kedua metode. Sebagai rekomendasi, metode perhitungan dengan menggunakan program SAP 2000 dianggap lebih efisien, sistematis, dan memberikan data yang lebih akurat. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan metode SAP 2000 dalam perhitungan struktur untuk memastikan hasil yang lebih optimal dan meningkatkan kualitas keseluruhan dari konstruksi bangunan.

Kata Kunci: Balok T kompatibilitas; SAP 2000; Tulangan;

ABSTRACT: The proposed paper will determine the required reinforcement for T-beam compatibility using the SAP 2000 program and compare it with the conventional manual calculations used by engineers and architects. Analysis results show disparities between the manual calculation and SAP 2000. The manual calculation yields 7 diameter 16 (Compression) and 7 diameter 16 (Tension) support reinforcements with 3 diameter 10 stirrup, and 7 diameter 16 (Compression) and 7 diameter 16 (Tension) field reinforcements with 3 diameter 10 stirrup. Conversely, SAP 2000 produces 7 diameter 16 (Compression) and 4 diameter 16 (Tension) support reinforcements with 20 diameter 8 stirrup, and 2 diameter 16 (Compression) and 6 diameter 16 (Tension) field reinforcements with 12 diameter 8 stirrup. These findings suggest differences in the required reinforcement amounts between the two approaches. As a recommendation, the SAP 2000 calculation method is deemed more efficient, and systematic, and provides greater accuracy. Thus, employing the SAP 2000 method for structural calculations is advised to ensure optimum outcomes and enhance overall construction quality.

Keyword: T-Beam Compatibility, SAP 2000, Reinforcement;

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah ring fire, salah satu dampak yang ditimbulkan adalah sering terjadi gempa bumi. Pembangunan struktur gedung harus memperhatikan keadaan wilayah sehingga perhitungan beton bertulang harus diperhatikan. Data tulangan yang baik merupakan salah satu syarat struktur rangka pada bangunan untuk mendapatkan kebutuhan tulangan struktur bangunan [1]. Dalam menghitung struktur yang kompleks, diperlukan alat perhitungan guna mempermudah pekerjaan dan mengurangi risiko kesalahan. Alat yang digunakan untuk mempermudah perhitungan kebutuhan tulangan dan mampu memperkecil resiko kesalahan adalah dengan menggunakan program komputer. Salah satu program yang digunakan secara luas dalam menganalisis dan merancang struktur adalah program SAP 2000 [2],[3]. Berdasarkan uraian di atas, dapat dilakukan analisis baik secara analitik maupun perhitungan, untuk menentukan kebutuhan tulangan pada balok beton tipe T dengan melakukan perhitungan manual dan SAP 2000. Perhitungan manual membuat insinyur dan profesional memahami lebih mendalam konsep dasar dan prinsip-prinsip mekanika yang mendasari perilaku struktur. Perhitungan manual membantu

pengembangan pemahaman teoritis yang kuat dan memberikan fleksibilitas lebih besar dalam memecahkan masalah untuk menyesuaikan pendekatan analisis [4]. Sedangkan program SAP 2000 dapat menghemat waktu yang signifikan dalam proses analisis struktur. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan untuk menghitung dan menganalisis struktur dengan cepat, bahkan untuk struktur yang kompleks. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah tulangan yang dibutuhkan pada balok beton tipe T melalui perhitungan manual dan program SAP 2000, serta untuk menilai apakah terdapat perbedaan hasil analisis yang signifikan antara perhitungan manual dan program SAP 2000 terkait kebutuhan tulangan pada balok beton tipe T. Sesuai dengan tujuan di atas maka kontribusi dalam penelitian ini dapat dijadikan rujukan bertambahnya wawasan yang berkaitan dengan perencanaan kebutuhan tulangan pada balok T kompatibilitas. Selain itu memudahkan bagi para perencana untuk merencanakan suatu proyek dengan program aplikasi SAP 2000 yang memiliki kelebihan dengan akurasi relatif tinggi dan lebih tepatnya meminimalisir permasalahan di dunia konstruksi. Dengan melakukan penelitian ini, informasi mengenai perbandingan menggunakan perhitungan manual dan program SAP 2000 dapat memberikan sumbangan berharga bagi para perencana struktur beton bertulang dalam merencanakan kebutuhan tulangan pada balok T, selain itu menjadi pertimbangan penting dalam proses pengambilan keputusan sebelum merencanakan suatu proyek [5].

II. LANDASAN TEORI

Menurut penelitian oleh Crista, N. H., Widorini, T., & Purnijanto, B. (2016), dalam analisis kebutuhan tulangan pada balok beton bertulang tipe T menggunakan program SAP 2000, studi ini memfokuskan pada analisis kebutuhan tulangan pada balok beton bertulang tipe T dengan pemanfaatan program SAP 2000. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa program SAP 2000 dapat dipergunakan untuk menganalisis kebutuhan tulangan pada balok beton bertulang [6].

Menurut Irawadi, Y. (2019), dalam analisis daya dukung beban pada balok beton bertulang tipe T yang diperkuat dengan wire rope pada daerah momen negatif menggunakan program Response-2000 dan metode PIAS, penelitian ini mengulas tentang penguatan balok beton bertulang tipe T menggunakan wire rope pada daerah momen negatif. Dalam konteks ini, program SAP 2000 juga digunakan untuk melakukan analisis terhadap kekuatan balok tersebut [7].

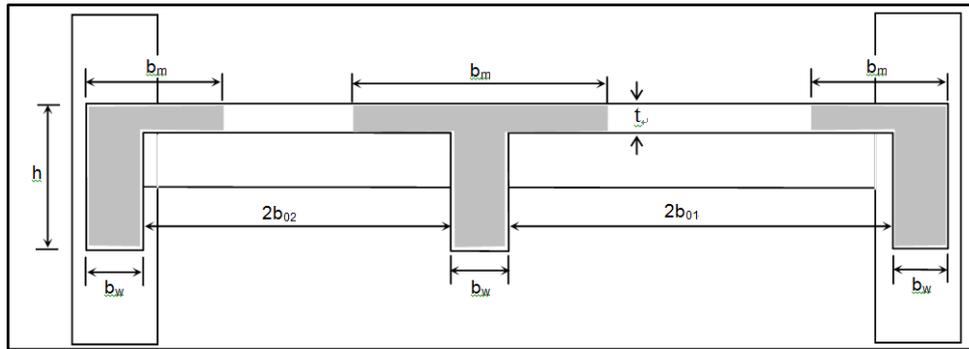
Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2013 mengenai pedoman perencanaan struktur beton untuk gedung, yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional, merangkum tata cara perencanaan struktur beton termasuk balok bertulang untuk bangunan gedung. SNI ini memiliki peran yang signifikan sebagai rujukan dalam perencanaan struktur bangunan gedung di Indonesia [8].

Dalam riset oleh B. Haposan, S. Barus (2016) tentang optimisasi volume tulangan pada jembatan dengan tipe box culvert dan jembatan beton balok-T, ditemukan bahwa dalam mengoptimalkan volume tulangan pada struktur jembatan dengan menggunakan box culvert dan balok-T, hasil menunjukkan bahwa pada bentang tulangan tertentu, penggunaan balok-T lebih ekonomis sebesar 25,629% dibandingkan dengan box culvert [9].

Dalam riset oleh D. Deshariyanto, A. Diana, S Fansuri (2022), tentang perbandingan struktur rangka batang statis tertentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (sap 2000), penelitian ini mengulas tentang gaya-gaya dan reaksi pada struktur rangka batang dengan metode perbandingan menggunakan perhitungan mekanika klasik dan juga menggunakan program SAP 2000 [10].

Balok T (T-Beam)

Balok cor monolitik yang dikombinasikan dengan pelat atap, didasarkan pada asumsi bahwa pelat dan balok saling berinteraksi untuk menahan momen lentur positif yang bekerja pada balok tersebut. Interaksi antara pelat dan balok ini membentuk suatu struktur yang menyerupai huruf T, yang dikenal sebagai balok T. Dalam hal ini, pelat berfungsi sebagai sayap (*flange*) sementara balok berperan sebagai tubuh (*web*) [11]. Lebar efektif dari sayap sesuai dengan ketentuan dalam SNI 2847:2013 untuk balok T dan L adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Lebar Efektif Sayap

Rumus balok T: balok yang mempunyai flens kedua sisi balok:

$$b_m = b_w + b_1 + b_2 < \frac{1}{4} l$$

Dimana:

- b_m = lebar efektif balok
- b_w = lebar badan balok persegi
- b_1 = $8 h_1$ atau $\frac{1}{2} l_1$
- b_2 = $8 h_2$ atau $\frac{1}{2} l_2$

Namun, pada rumus balok tipe L, balok ini memiliki flensa hanya pada satu sisi balok.

$$B = b_w + 8l < \frac{1}{4} l$$

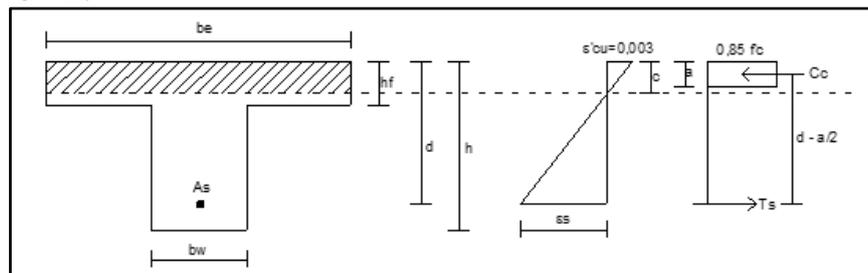
Dimana:

- b_1 = $\frac{1}{12} l_0$
- b_1 = $6 h_1$
- b_1 = $\frac{1}{2} l_1$

l_0 = jarak L antara kolom

Berdasarkan SK SNI T15. 03. 1991 pasal 3.1.10, Balok T dan L bisa terjadi pada konstruksi balok, plat dan kolom di cor secara monolit[12]. Syarat pada balok T antara lain: Pada lendutan balok akan mengakibatkan bagian plat lantai yang bersebelahan dengan balok harus ikut lendut, Pada daerah momen positif penampang plat akan menambah luas di daerah tekan pada balok, Pada daerah momen negatif penampang balok harus dianggap sebagai balok penampang persegi[13].

Balok T Palsu $C < ht$



Gambar 2. Garis Netral Jatuh Di Flens

Jika tekanan hanya diterapkan pada bagian sayapnya saja, balok akan berfungsi sebagai balok T semu.

Keseimbangan gaya horizontal:

$$C_c = T_s$$

$$0,85 f'_c a b_e = A_s f_y$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b_e}$$

dengan lebar bagian terjepit b_f . Dengan demikian, momen nominal dari balok tersebut adalah:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot j d \text{ Atau } M_n = A_s \cdot f_y (d - 0,5a)$$

T Asli $C > ht$

Balok akan menunjukkan sifat sebagai balok T sebenarnya apabila tekanan melibatkan bagian sayap dan tubuh balok T seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Bagian plat yang mentransfer kekuatan pada balok memiliki besaran [14]:

$bf = 1/4$ bentang baloknya sendiri.

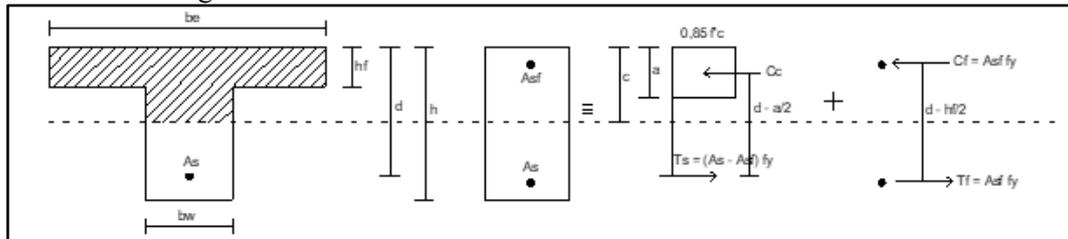
$bf < 8$ kali tebal pelat.

$bf < 1/2$ jarak bersih antara badan-badan balok bersebelahan.

Dalam kondisi ini bisa terjadi 2 kemungkinan yaitu :

$c > h_f$ tetapi $a \leq h_f$: balok dianalisis dengan analisis balok persegi (sama seperti kasus 1). Dan c dan $a >$

h_f : balok dianalisis dengan analisis balok T.



Gambar 3. Zona Tekan T Akibat Momen Positif

Analisis terhadap balok T dapat disamakan dengan analisis balok kotak yang memiliki tulangan ganda [15]. Adanya flens di sisi kiri dan kanan tubuh balok yang mengalami tekanan dapat dibandingkan dengan adanya tulangan tekan imajiner yang memiliki luas A_{sf} , dan kapasitas gayanya setara dengan kapasitas gaya flensa di sisi kiri dan kanan balok (C_f) [16].

Komponen gaya tekan :

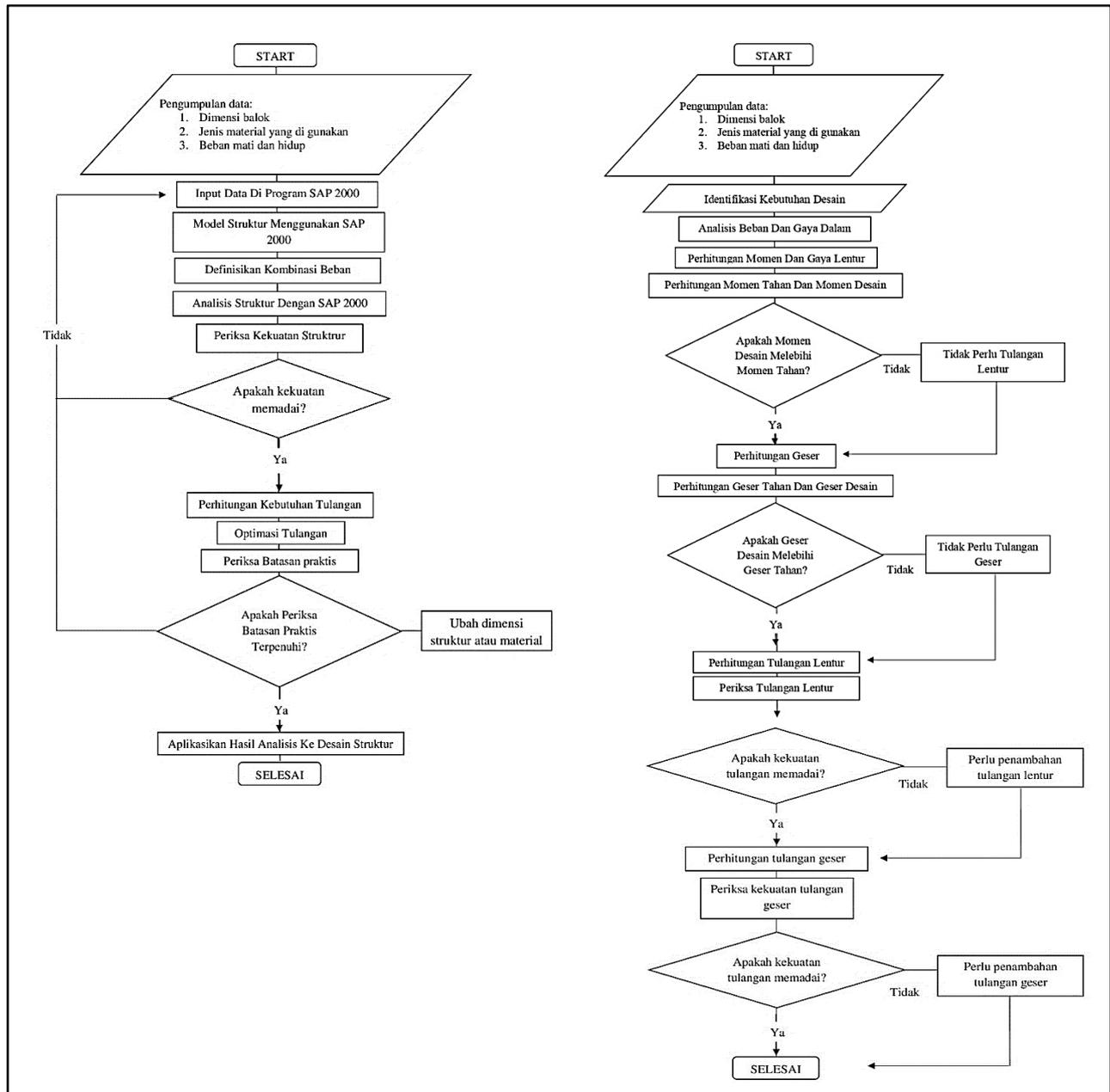
$$cf = 0,85 f'c (be - bw) hf$$

III. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam studi ini merupakan pendekatan analitis. Balok beton T kompatibilitas diambil sebagai contoh dengan dimensi dan beban yang bervariasi namun setara. Data yang diperoleh dari eksperimen akan diolah menggunakan program SAP 2000 serta perhitungan manual, guna mengidentifikasi kebutuhan tulangan pada balok beton tipe T yang berlapis tulang.

Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah flowchart yang menggambarkan metodologi analisis kebutuhan tulangan dengan menggunakan software SAP2000 dan Perhitungan manual:



Gambar 4. flowchart Metode Perhitungan SAP 2000 dan Manual

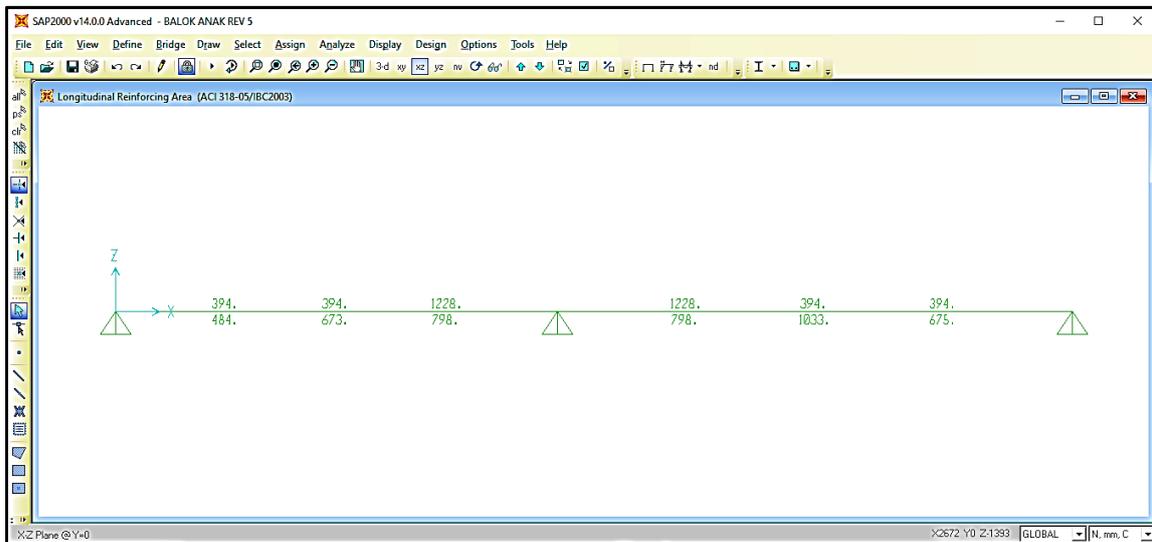
IV. PEMBAHASAN

Berikut dari hasil penelitian ini didapatkan luasan minimum penulangan yang dibutuhkan pada balok T kompatibilitas, dengan menggunakan metode SAP 2000 dan metode perhitungan manual. Hasil penulangan tersebut dapat dilihat dibawah ini:

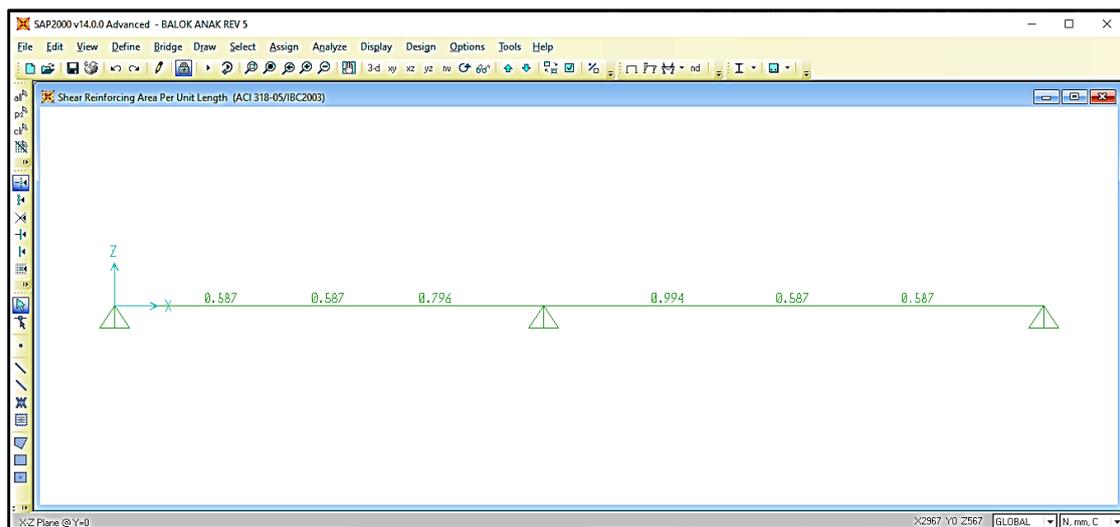
a. Perhitungan SAP 2000

Perhitungan struktur dimodelkan dalam bentuk 2 dimensi dengan memasukkan elemen pada struktur yang berupa balok. Balok dimodelkan 2 dimensi dengan tumpuan sendi [17]. Untuk membuat

pemodelan pada struktur balok T digunakan perangkat lunak yaitu aplikasi SAP 2000. Hasil penulangan tersebut dapat dilihat pada gambar 5 dan 6:



Gambar 5. Tulangan Utama



Gambar 6. Tulangan Sengkang

Maka dari hasil Analisa di SAP 2000, data luasan penulangan yang akan di gunakan diambil dari hasil yang terbesar:

1. Tulangan tumpuan : Tekan = 1228 mm dengan jumlah tulangan 7 D 16; Tarik = 798 mm dengan jumlah tulangan 4 D 16 ; Tulangan sengkang : 994 mm dengan jumlah tulangan 20 D 8
2. Tulangan lapangan : Tekan = 394 mm dengan jumlah tulangan 2 D 16 ; Tarik = 1033 mm dengan jumlah tulangan 6 D 16 Tulangan sengkang : 587 mm dengan jumlah tulangan 12 D 8.

b. Perhitungan Manual

Maka dari hasil Analisa perhitungan manual, data luasan penulangan yang di gunakan sebagai berikut:

1. Tulangan tumpuan : Tekan = 1280 mm dengan jumlah tulangan 7 D 16 ; Tarik = 1280 mm dengan jumlah tulangan 7 D 16 ; Tulangan sengkang: 187 mm dengan jumlah tulangan 3 D 10.
2. Tulangan lapangan : Tekan = 1280 mm dengan jumlah tulangan 7 D 16 ; Tarik = 1280 mm dengan jumlah tulangan 7 D 16 ; Tulangan sengkang: 187 mm dengan jumlah tulangan 3 D 10.

V. KESIMPULAN

Berdasar hasil analisis struktur menggunakan metode perhitungan manual dan program SAP 2000, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil analisis antara metode perhitungan manual dan program SAP 2000, dimana; Perhitungan SAP 2000, (a) Tulangan tumpuan: 7 D 16 (Tekan) dan 4 D 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 20 D 8, (b) Tulangan lapangan: 2 D 16 (Tekan) dan 6 D 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 12 D 8. Sedangkan perhitungan manual (a) Tulangan tumpuan: 7 D 16 (Tekan) dan 7 D 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 3 D 10 (b) Tulangan lapangan: 7 D 16 (Tekan) dan 7 D 16 (Tarik) dengan tulangan sengkang 3 D 10. Berdasar hasil analisis metode perhitungan manual dan program SAP 2000 dapat disimpulkan terdapat perbedaan pada jumlah tulangan. Program SAP 2000 lebih baik dan akurat dalam menghitung kebutuhan tulangan sehingga data kebutuhan tulangan lebih terinci dan informasi yang dibutuhkan lebih akurat. Saran bagi peneliti selanjutnya, agar diperoleh bangunan gedung yang aman, alangkah baiknya menambahkan perhitungan kombinasi beban gempa, dan diperlukan ketelitian yang lebih tinggi, dikarenakan ketika salah hitungan atau penginputan data. Maka nilai yang akan didapatkan akan jauh berbeda dengan hasil yang dikeluarkan oleh komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ansori, *Balok dan plat beton bertulang*. Yogyakarta, 2010.
- [2] S. A. R. S. Hasibuan, Fadhillah Azmi, and Yuan Anisa, "Studi Perbandingan Analisis Struktur Balok Menggunakan Aplikasi Berbasis Android dan SAP2000," *J. Gradasi Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 23–33, 2022, doi: 10.31961/gradasi.v6i1.1337.
- [3] S. N. Fathima and D. K. Dubey, "A study on tuned mass damper and soft-storey buildings on a conventional RC-framed structures using SAP 2000 software," *Mater. Today Proc.*, vol. 56, no. July, pp. 3813–3819, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.01.292.
- [4] S. E. Indrawan and P. Satwiko, "Pengaruh Industri 4.0 dalam Perkembangan Arsitektur Digital," *JoDA J. Digit. Archit.*, vol. 1, no. 1, p. 3, 2021, doi: 10.24167/joda.v1i1.3492.
- [5] A. N. Santoso and Sumaidi, "Comparison of Mrf and Cbf Structural Response To Eartquake in Office Building Surabaya," *J. Tek. Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 152–165, 2022, doi: 10.28932/jts.v18i1.3623.
- [6] N. H. Crista, T. Widorini, and B. Purnijanto, "Analisis Kebutuhan Tulangan Pada Balok Beton Bertulang Tampang T Menggunakan Program Sap 2000," *Teknika*, vol. 14, 2019, doi: 10.26623/teknika.v14i1.1514.
- [7] Y. Haryanto, I. Satyarno, and D. Sulistyono, "Analisis Daya Dukung Beban Balok Beton Bertulang Tampang T Dengan Perkuatan Wire Rope Pada Daerah Momen Negatif Menggunakan Program Response-2000 Dan Metode Pias," *J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 3, pp. 173–180, 2015, doi: 10.24002/jts.v13i3.873.
- [8] S. N. I. SNI 2847, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013*. 2013.
- [9] B. Haposan and S. Benclin, "Optimasi Volume Tulangan Jembatan Box Culvert dan Jembatan Beton Balok-T," *J. Tek. Sipil USU*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2016.
- [10] D. Desharyanto, A. I. N. Diana, and S. Fansuri, "Perbandingan Struktur Rangka Batang Statis

- Tertentu Menggunakan Metode Mekanika Klasik Dan Program (Sap 2000),” *J. Ilm. MITSU (Media Inf. Tek. Sipil Univ. Wiraraja)*, vol. 10, no. 1, pp. 63–72, 2022, doi: 10.24929/ft.v10i1.1614.
- [11] R. A. Setyawanto, “Pengaruh Letak Sambungan Beton Dan Tulangan Longitudinal Terhadap Balok T Pada Jarak Seper Empat Bentang,” Institut Teknologi Nasional Malang, 2015.
- [12] N. A. Prasetya, A. Hernadi, and A. Nugroho, “Studi Komparasi Perancangan Balok Struktural Berdasarkan SNI 2847-2002, SNI 2847-2013 Dan SNI 2847-2019,” *Borneo Eng. J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 3, pp. 294–306, 2021, doi: 10.35334/be.v5i3.1874.
- [13] A. R. N. Syahrul Sariman, “Komparasi Perilaku Lentur Balok T Beton Tulang Berlapis Akibat Beban Statis Monotonik Dan Statis Siklik,” vol. 17, no. 3, pp. 1020–1026, 2017.
- [14] M. Darmansyah and E. Chairani, “Analisa Struktur Balok Beton Pada Pembangunan Rumah Tempat Usaha 6 Lantai Di Jalan Perniagaan N0.55 Medan,” *Jtsip*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [15] A. G. Wahyu Nur Aprillia, Muhtar, “Komparasi Momen Retak Teoritis Dan Eksperimen Balok Beton Bertulang Rangkap Dengan Agregat Normal Comparison Of Theoretical Cracking Moments And Concrete Beam Experimentsdouble Reinforced With Normal Aggregate,” *J. smart Teknol.*, vol. 4, no. 4, pp. 100–102, 2023.
- [16] Y. A. Harsoyo, A. H. Saifunuha, M. A. Wibowo, and J. U. D. Hatmoko, “Beban Maksimum, Tegangan, Lendutan dan Momen Curvatur Pada Variasi Jembatan Beton Balok T Dengan Menggunakan Software Response 2000,” *J. Konstr.*, vol. 13, pp. 113–127, 2021.
- [17] Christiani Chandra Manubulu, Merzy Mooy, and Igidro Sampaio Soares Serra, “Analisa Rangka Batang 2D Menggunakan Metode Matriks Kekakuan Struktur Dan Sap 2000,” *Eternitas J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 11–19, 2022, doi: 10.30822/eternitas.v1i2.1592.