

## KAJIAN GAYA DALAM PADA KONSTRUKSI RANGKA BATANG

Efa Suriani \*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya  
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 682, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia  
[\\*efasuriani@uinsby.ac.id](mailto:efasuriani@uinsby.ac.id)

### Abstrak

*Pembelajaran dalam Ilmu Statika benda didalam bidang dapat dibedakan menjadi konstruksi batang dan konstruksi rangka batang. Konstruksi rangka batang merupakan konstruksi yang terdiri dari elemen penyusun batang tarik atau tekan. Konstruksi struktur rangka dalam kehidupan sehari-hari banyak diterapkan pada konstruksi ringan seperti kuda-kuda atap, maupun pada konstruksi berat pada jembatan. Pemahaman gaya dalam pada konstruksi rangka batang merupakan hal penting untuk dapat dipahami oleh peserta didik. Model konstruksi rangka batang penelitian ini merupakan hasil dari survei dilapangan pada konstruksi rangka batang sederhana pada konstruksi atap. Tujuan penelitian menganalisis kestabilan dan gaya dalam pada konstruksi rangka batang tunggal. Metode penelitian digunakan deskriptif kuantitatif. Analisis gaya dalam menggunakan analisis metode titik buhul dibandingkan dengan metode elemen hingga (SAP 2000). Penentuan kestabilan memiliki persyaratan dari jumlah batang, jumlah reaksi, dan jumlah titik buhul yang menyusun komposisi konstruksi rangka batang tersebut. Hasil survei dilapangan terdapat konstruksi rangka batang kategori stabil dan labil. Model konstruksi rangka batang yang banyak digunakan dimasyarakat adalah model konstruksi rangka batang tunggal dengan tipe Howe. Hasil perhitungan gaya dalam untuk konstruksi rangka batang tunggal model 1 bahwa gaya dalam dan reaksi perletakan signifikan sama. Konstruksi rangka batang tunggal model 1,2 dan 6 dihasilkan reaksi perletakan signifikan sama. Selain itu, elemen penyusun konstruksi rangka batang pada bagian bawah dan tengah merupakan batang tarik. Pada bagian atas merupakan batang tekan. Terdapat batang yang tidak dikategorikan tarik atau tekan dan batang tersebut memiliki gaya dalam dengan nilai gaya sama dengan nol.*

*Kata kunci: kestabilan, konstruksi rangka batang tunggal, gaya dalam, batang tarik, batang tekan*

### PENDAHULUAN

Pemahaman dalam mempelajari Ilmu Statika secara global dapat dipisahkan menjadi benda dalam ruang ke dalam satu atau beberapa benda dalam bidang. Sebagai objek atau benda didalam bidang pada Ilmu Statika dapat dibedakan menjadi konstruksi batang dan konstruksi rangka batang. Konstruksi rangka batang merupakan konstruksi yang terdiri dari batang-batang tarik atau tekan pada titik simpul. Jika titik simpul tersebut dimodelkan menjadi engsel, maka akan dapat ditentukan dimensi batang secara lebih sederhana. Sedangkan, konstruksi rangka batang dalam ruang seperti konstruksi Menara.

Menurut [1], pengetahuan terkait struktur merupakan hal krusial, namun terkadang dianggap bukan pokok dalam pembelajaran khususnya siswa arsitektur. Padahal saat lulus para siswa akan menemui permasalahan yang cukup kompleks. Selain itu, menurut [2], pembelajaran struktur merupakan pekerjaan yang tidak mudah, selain harus mengetahui banyak elemen yang dipelajari mulai dari pengetahuan dasar, bahan penyusun dan sebagainya.


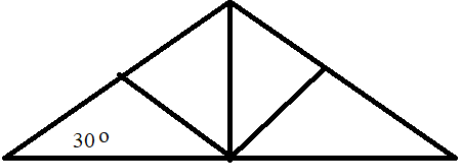

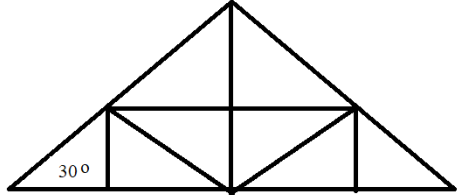
Menurut [3], konstruksi rangka batang (*Vakwerk*) atau dikenal dengan struktur rangka dalam kehidupan sehari-hari banyak diterapkan. Sebagai contoh sederhana digunakan pada gedung bagian atas yaitu, konstruksi kuda-kuda, maupun pada bangunan jembatan rangka. Pada

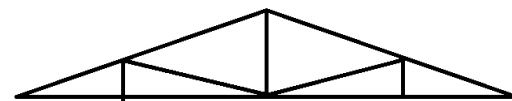
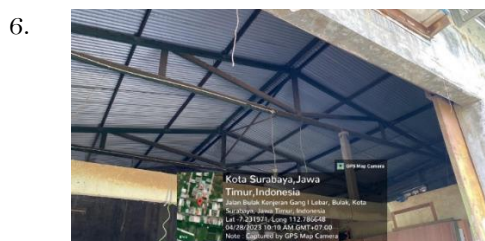
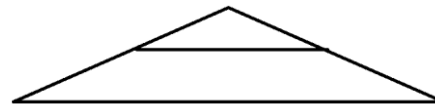
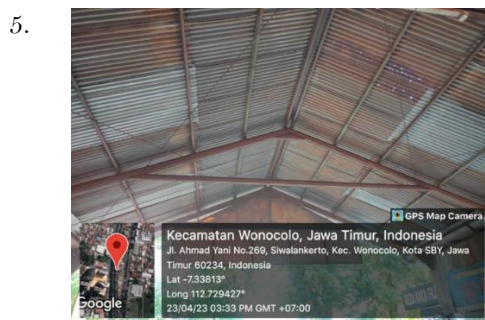
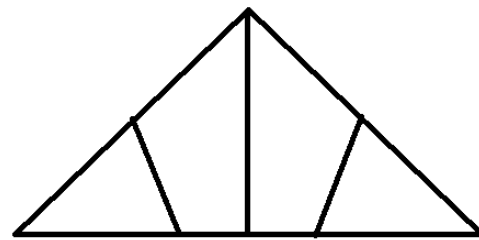
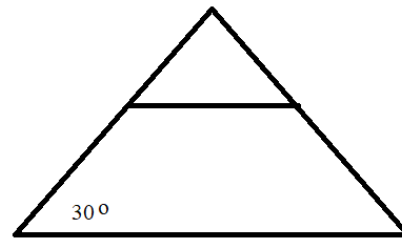
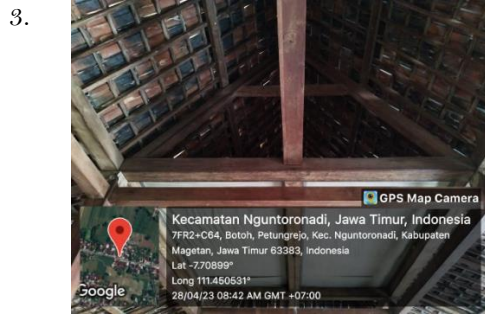
elemen konstruksi batang dianalisa merupakan batang yang mengalami gaya tekan dan gaya tarik pada sumbu aksialnya. Beban dan reaksi atau dikenal dengan istilah gaya dalam bekerja pada simpul-simpul batang. Pengetahuan terkait gaya dalam pada konstruksi batang merupakan hal yang penting untuk dapat dipahami oleh peserta didik. Oleh sebab itu, fokus dari penelitian ini adalah bagaimana gaya dalam pada konstruksi rangka batang (*Vakwerk*) dengan menggunakan analisis manual (metode titik buhul), kemudian diverifikasi dengan metode elemen hingga (aplikasi SAP) dengan model konstruksi rangka batang dan pembebanan yang bekerja.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian Kajian Gaya Dalam Pada Konstruksi Rangka Batang (*Vakwerk*) dilakukan dengan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Metode kuantitatif dilakukan dalam rangka pengambilan data dan analisis. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data sekunder diperoleh dari hasil kajian literatur, buku referensi dan penelitian terdahulu. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan observasi atau survei dilapangan termasuk diskusi dengan ahli struktur atau pihak yang relevan dan berkaitan dengan penelitian. Observasi dapat berupa gambar konstruksi rangka batang yang dapat diperoleh sebagai fenomena dilapangan sebagai bahan penelitian kondisi fisik. Sedangkan, bahan penelitian kondisi non fisik dapat berupa pemodelan asumsi perletakan dan pembebanan yang bekerja pada konstruksi rangka batang. Adapun lokasi survei kudu-kuda penelitian adalah area sekitar Jawa Timur.

**Tabel 1.** Pemodelan Konstruksi Rangka Batang Tunggal (KRBT)

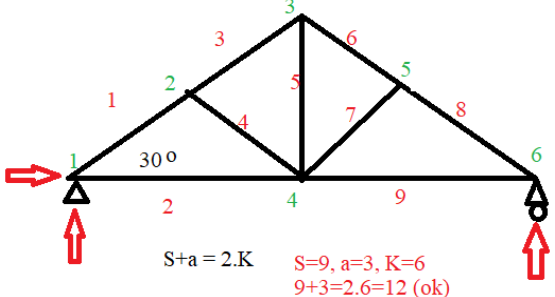
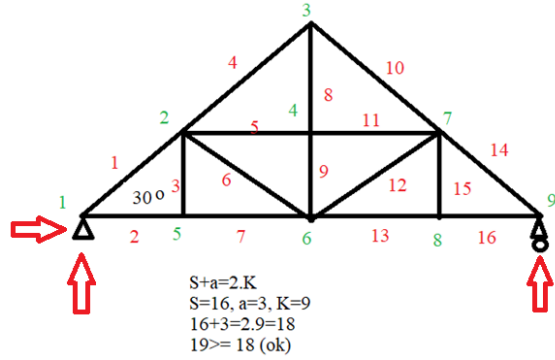
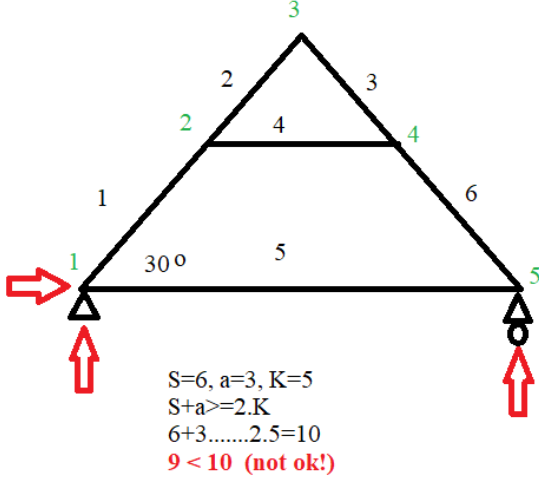
No.	Observasi Lapangan	Pemodelan konstruksi rangka batang
1.		
2.		

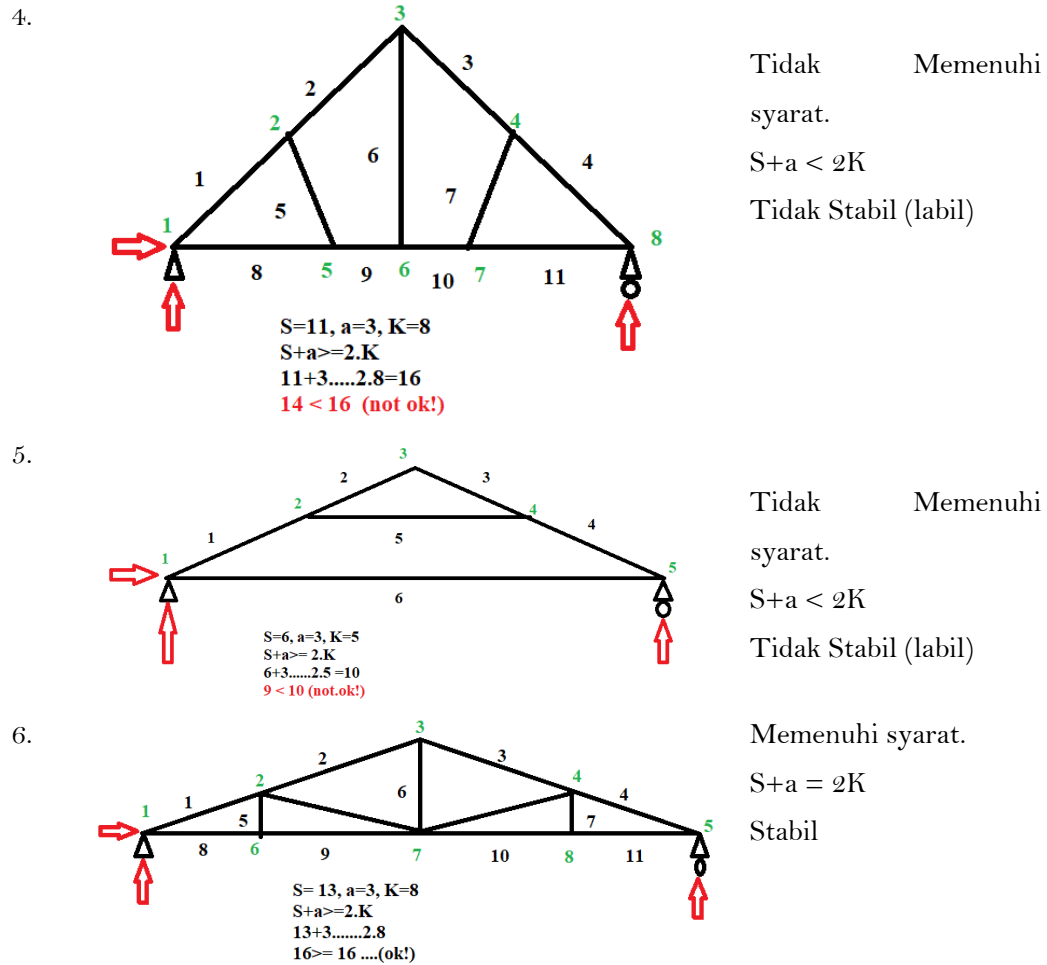


Sumber : peneliti, 2023

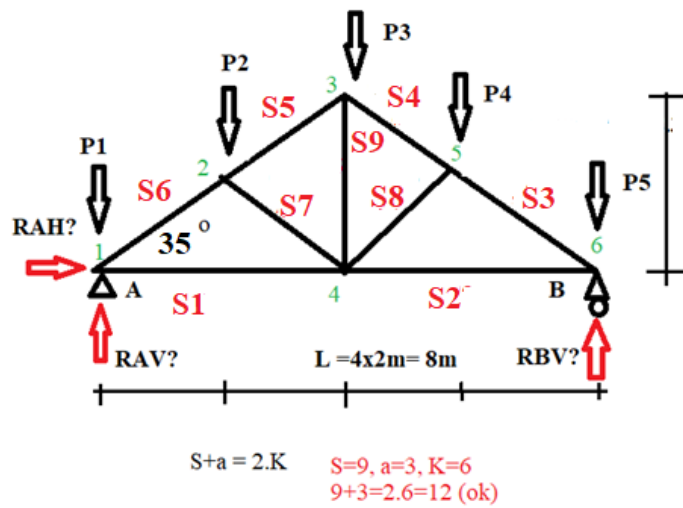
Penelitian Kajian Gaya Dalam Pada Konstruksi Rangka Batang (*Vakwerk*) dilakukan dengan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Metode kuantitatif dilakukan dalam rangka pengambilan data dan analisis. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder

**Tabel 2.** Kestabilan Model Konstruksi Rangka Batang Tunggal (KRBT)

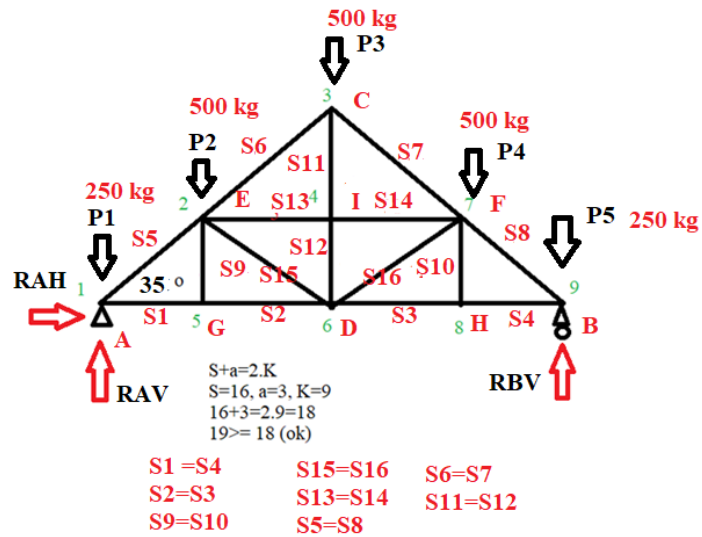
No.	Pemodelan KRBT	Kestabilan
1.	 <p> <math>S+a=2.K</math>  <math>S=9, a=3, K=6</math>  <math>9+3=2.6=12</math> (ok)                 </p>	Memenuhi syarat. $S+a = 2K$ Stabil
2.	 <p> <math>S+a=2.K</math>  <math>S=16, a=3, K=9</math>  <math>16+3=2.9=18</math>  <math>19 \geq 18</math> (ok)                 </p>	Memenuhi syarat. $S+a > 2K$ Jumlah batang melebihi dari persyaratan minimal Stabil
3.	 <p> <math>S+a \geq 2.K</math>  <math>S=6, a=3, K=5</math>  <math>6+3 \dots 2.5=10</math>  <math>9 &lt; 10</math> (not ok!)                 </p>	Tidak Memenuhi syarat. $S+a < 2K$ Tidak Stabil (labil)



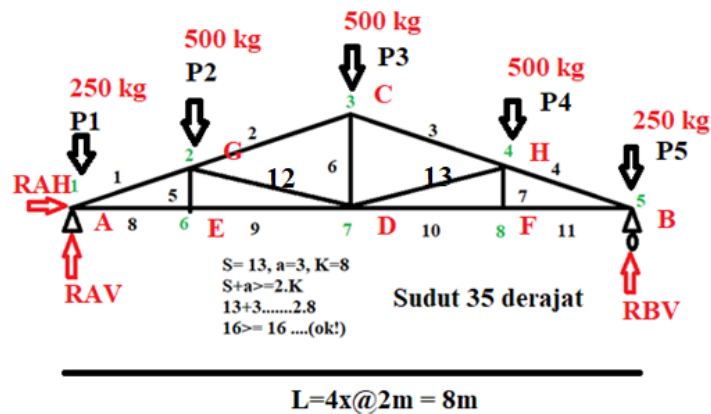
Sumber : peneliti, 2023



Gambar 1. Pemodelan KRBT Model 1



Gambar 2. Pemodelan KRBT Model 2



Gambar 3. Pemodelan KRBT Model 6

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian dasar konstruksi rangka batang adalah konstruksi yang disusun dari elemen penyusun dari batang-batang yang lurus dan disambung pada titik simpul atau pin. Elemen penyusun tersebut biasanya disebut batang. Batang-batang tersebut masing-masing hanya menerima gaya tekan atau gaya tarikan. Pemahaman terhadap konstruksi rangka batang dapat dilihat dari pengelompokan konstruksi batang berdasarkan unsur pembangunan atau pembuatan konstruksi rangka batang dan kategori konstruksi rangka batang dalam satu bidang datar pada tabel ini.

**Tabel 3.** Pengelompokan konstruksi rangka batang

No	Unsur Pembuatan atau konstruksi batang	Pembangunan atau konstruksi rangka	Konstruksi rangka batang dalam satu bidang datar
1.	Konstruksi rangka batang dengan tepi atas dan bawah sejajar.		Konstruksi rangka batang tunggal
2.	Konstruksi rangka batang berbentuk parabol separuh		Konstruksi rangka batang ganda
3.	Konstruksi rangka batang berbentuk segitiga		Konstruksi rangka batang tersusun

Sumber : [4]

Konstruksi rangka batang berbentuk parabol separuh diyakini paling ekonomis dan dapat digunakan pada jembatan dengan panjang lebar bentang yang besar. Konstruksi rangka batang berbentuk segitiga konstruksi rangka batang ini banyak penerapannya pada konstruksi atap. Sehingga dapat dibedakan tipe dari konstruksi rangka batang dikelompokkan tipe untuk jembatan dan tipe untuk konstruksi atap. Pada penelitian ini tipe konstruksi rangka batang yang dianalisis adalah tipe konstruksi rangka batang pada konstruksi atap.

Model dari konstruksi rangka batang penelitian ini merupakan jenis konstruksi rangka batang dalam satu bidang datar dengan jenis konstruksi rangka batang tunggal.

Elemen penyusun dari konstruksi rangka batang dapat digunakan material dari kayu baik berupa balok atau papan, material baja maupun dari aluminium. Material baja dapat berupa baja profil yaitu, baja siku, baja C, baja I, baja kanal dan sebagainya.

Sambungan yang digunakan pada konstruksi rangka batang dari material baja menggunakan las, paku keling maupun baut. Sedangkan, sambungan yang digunakan pada konstruksi rangka batang dari material kayu digunakan sambungan baut atau paku.

Asumsi pembebanan disesuaikan dengan tipe pengelompokan konstruksi rangka batang pada konstruksi atap. Beban yang bekerja pada konstruksi rangka batang

Pembahasan pada analisis yang membahas kestabilan dari konstruksi rangka batang tunggal untuk pemodelan dari 6 model yang diperoleh dari hasil survei lapangan. Selanjutnya, diterapkan persyaratan kestabilan maka, diperoleh 3 pemodelan konstruksi rangka batang tunggal model 1, 2 dan 6 untuk kategori stabil sedangkan 3 lainnya tidak stabil atau labil. Perhitungan gaya dalam yang dihasilkan dari analisis manual dibandingkan dengan hasil dari aplikasi SAP 2000 dapat dilihat pada tabel berikut untuk pemodelan KRBT model 1. Hasil perhitungan gaya batang dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 untuk pemodelan KRBT model 2 dan model 6 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.** Perbandingan Perhitungan Gaya Batang KRBT Model 1

Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan	Gaya Batang	Tarik/ Tekan	Selisih
S1	+1071.186 kg	Tarik	+1071.43 kg	Tarik	-0.244
S2	+1071.186 kg	Tarik	+1071.43 kg	Tarik	-0.244
S3	-1307.76 kg	Tekan	-1307.85 kg	Tekan	-0.09
S4	-871.46	Tekan	-871.90 kg	Tekan	-0.44
S5	-871.46	Tekan	-871.90 kg	Tekan	-0.44
S6	-1307.76 kg	Tekan	-1307.85 kg	Tekan	-0.09
S7	-436.3 kg	Tekan	-435.95 kg	Tekan	0.35
S8	-436.3 kg	Tekan	-435.95 kg	Tekan	0.35
S9	-500 kg	Tekan	+ 500 kg	Tarik	0

Sumber : peneliti, 2023

Pembahasan yang dipaparkan pada tabel diatas dapat didiskusikan sebagai berikut. Selisih hasil perhitungan dari analisis manual dengan hasil perhitungan dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 secara keseluruhan dari semua elemen memperlihatkan gaya batang dapat dikatakan signifikan adalah sama.

Jika dihitung selisih hasil hitungan gaya batang hasil manual dengan SAP 2000 maka, untuk elemen atau batang S1 dan S2 selisih -0.244. Batang S3 dan S6 selisih -0.09, Batang S4 dan S5 adalah -0.44. Batang S7 dan S8 adalah 0.35. Untuk batang S9 selisih yang dihasilkan sama dengan nol.

Batang tarik dan tekan untuk pemodelan KRBT model 1 dapat didiskusikan sebagai berikut. Hasil perhitungan dengan cara manual dan hasil aplikasi SAP 2000 adalah sama. Untuk batang S1 dan S2 merupakan batang tarik. Batang S3, S4, S5, S6, S7 dan S8 merupakan batang tekan.

Untuk batang S9 hasil perhitungan manual merupakan batang tekan namun, hasil perhitungan dari aplikasi SAP 2000 adalah batang tarik. Perbedaan ini dimungkinkan dikarenakan pemisalan tanda. Oleh sebab itu diambil dari hasil aplikasi perhitungan SAP 2000, bahwa batang S9 adalah batang Tarik.

**Tabel 5.** Perbandingan Perhitungan Gaya Batang KRBT Model 2

Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan	Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan
S1	+1071.43 kg	Tarik	S2	+1071.43 kg	Tarik
S3	+1071.43 kg	Tarik	S4	+1071.43 kg	Tarik
S5	-1307,85 kg	Tekan	S8	-1307,85 kg	Tekan
S6	-541,49 kg	Tekan	S7	-541,49 kg	Tekan
S9	0 kg	-	S10	0 kg	-
S11	+121,05 kg	Tarik	S12	+121,05 kg	Tarik
S13	-541,36 kg	Tekan	S14	-541,36 kg	Tekan
S15	-105,54 kg	Tekan	S16	-105,54 kg	Tekan

Sumber : peneliti, 2023

Batang tarik dan tekan untuk pemodelan KRBT model 2 dapat didiskusikan sebagai berikut. Berdasarkan hasil perhitungan hasil aplikasi SAP 2000 untuk batang tarik pada elemen batang S1, S2, S3, S11 dan S12.

Untuk batang tekan pada elemen batang S5, S6, S7, S8, S13, S14, S15 dan S16. Sedangkan, batang S9 dan S10 memiliki gaya batang nol dan tidak merupakan batang tarik atau tekan.



**Tabel 6.** Perbandingan Perhitungan Gaya Batang KRBT Model 6

Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan	Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan
S1	-1307,85 kg	Tekan	S4	-1307,85 kg	Tekan
S2	-871,90 kg	Tekan	S3	-871,90 kg	Tekan
S5	0 kg	-	S7	0 kg	-
S6	+500 kg	Tarik			
S8	+1071,43 kg	Tarik	S9	+1071,43 kg	Tarik
S10	+1071,43 kg	Tarik	S11	+1071,43 kg	Tarik
S12	-435,95 kg	Tekan	S13	-435,95 kg	Tekan

Sumber : peneliti, 2023

Batang tarik dan tekan untuk pemodelan KRBT model 6 dapat didiskusikan sebagai berikut. Berdasarkan hasil perhitungan hasil aplikasi SAP 2000 untuk batang tarik pada elemen batang S6, S8, S9, S10 dan S11.

Untuk batang tekan pada elemen batang S1, S2, S3, S4, S12 dan S13. Sedangkan, batang S5 dan S7 memiliki gaya batang nol dan tidak merupakan batang tarik atau tekan.

## KESIMPULAN

Penentuan kestabilan dapat ditentukan dari persyaratan penyusun komponen dari model konstruksi rangka batang yang dibentuk antara lain dari jumlah batang, jumlah reaksi dan jumlah titik buhul penyusun konstruksi rangka batang tersebut. Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa hasil survei dari beberapa model konstruksi rangka batang di lapangan terdapat beberapa model yang tidak stabil atau labil. Selain itu, terdapat model konstruksi batang yang berbeda dari beberapa literatur yang ada.

Model konstruksi rangka batang yang banyak digunakan dimasyarakat adalah model konstruksi rangka batang tunggal dengan tipe *Howe*. Konstruksi rangka batang model ini menurut [5] bahwa William Howe adalah orang yang pertama kali mematenkan model konstruksi batang atau *Howe Truss* tahun 1840. Sedangkan, berdasarkan [6] menggunakan model konstruksi batang Howe dalam penelitian dalam bentuk maket dan eksperimen menggunakan alat ukur untuk memudahkan pembelajaran bagi mahasiswa Arsitektur.

Hasil perhitungan gaya dalam yang dihasilkan dari analisis manual dibandingkan dengan hasil dari aplikasi SAP untuk pemodelan KRBT model 1 dapat disimpulkan gaya dalam dan reaksi perletakan signifikan sama. Hal ini didukung penelitian oleh [7] bahwa hasil dari analisis SAP 2000 menghasilkan gaya-gaya dalam batang memiliki varian sama dan tidak memiliki perbedaan dari rata-rata gaya dalam yang dihasilkan. Menurut [8] hasil perhitungan dengan alat bantu aplikasi SAP 2000 memiliki perbedaan yang sangat kecil dibandingkan dengan analisis manual. Selain itu, menurut [9] proses perhitungan yang transparan akan meningkatkan kepercayaan hasil hitungan yang dapat digunakan untuk berbagai kepentingan.

Berdasarkan pengamatan dari ketiga model penelitian elemen penyusun konstruksi rangka batang pada bagian bawah dan tengah merupakan batang tarik. Pada bagian atas merupakan batang tekan. Selain itu, terdapat batang yang tidak dikategorikan tarik atau tekan dan batang tersebut memiliki gaya dalam dengan nilai nol.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. MacNamara, "Bringing engineering into the studio: Design assignments for teaching structures to architects," *ASEE Annu. Conf. Expo. Conf. Proc.*, 2012, doi: 10.18260/1-2--21028.
- [2] H. H. Becker, "The Structures - Design Studio Link The Structures – Design Studio Link," 2013.
- [3] S. O. Dapas, "ANALISIS STRUKTUR RANGKA BATANG," vol. 1, no. 2, pp. 156–160, 2011.
- [4] H. I. Frick, *Ilmu Konstruksi Bangunan 1*. 1999.
- [5] J. Suprianto, D. Y. Sari, P. Purwantono, and Y. Fernanda, "Proses Rancang Bangun Truss Apparatus (Alat Praktikum Rangka Batang)," *Cived*, vol. 9, no. 3, p. 236, 2022, doi: 10.24036/cived.v9i3.118490.
- [6] K. Sadowski and S. Jankowski, "Learning statics by visualizing forces on the example of a physical model of a truss," *Buildings*, vol. 11, no. 9, 2021, doi: 10.3390/buildings11090395.
- [7] D. Deshariyanto, 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.
- [8] 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.
- [9] Christiani Chandra Manubulu, "Rangka Batang 3D Menggunakan Analisa Metode Elemen Hingga Dan Sap 2000," *Eternitas J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 11–20, 2022, doi: 10.30822/eternitas.v2i1.1723.