SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)
https://doi.org/10.35326/scej.v6i2.2373
Vol.6 No.2, Desember 2021
www.jurnal-umbuton.ac.id/index.php/SCEJ

Analisis Perbedaan Struktur Truss Tipe Warren Dan Tipe Warren Terbalik Pada Jembatan Pipa

Muhammad Abdu[1*], **Aswad Asrasal**[1]

[1]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universits Muhammadiyah Buton

*Korespondensi: abdumuhammad54744531@gmail.com

ABSTRAK

Pada dasarnya jembatan digunakan untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain yang di antaranya terdapat sungai, jurang dan lain sebagainya. Penentuan model jembatan sangat penting sehingga penentuan model dan tipe dari struktur menjadi faktor dalam perencanaan, salah satunya untuk mendapatkan suatu konstruksi yang aman, kuat dan ekonomis. Sehingga untuk bentang panjang struktur jembatan truss menjadi salah satu pilihan. Pada analisis kali ini untuk jembatan pipa digunakan rangka batang (truss) tipe warren dan tipe waren terbalik di mana dimensi untuk batang atas dan bawah dengan simbol batang A dan B digunakan profil L150.150.12 sedangkan batang tegak dengan simbol C digunakan profil L60.60.6 sedangkan untuk Batang diagonal dengan simbol D digunakan Profil L90.90.10 dan analisis dari model ini untuk gaya axial tidak mengalami perubahan nilai hanya mengalami posisi arah dari gaya yang awal tekan menjadi tarik sedangkan untuk rasio yang terjadi pada batang tipe warren dengan simbol A mengalami perubahan rasio akibat perubahan arah gaya , yang awal gaya tekan dengan rasio maksimum (ρ) =0,74 menjadi gaya tarik dengan rasio maksimum (ρ) =0,61 mengalami penurunan rasio sebesar (ρ) =0,13 dan secara keseluruhan penurunan rata-rata 17,8%, rasio yang terjadi pada batang tipe warren dengan simbol B mengalami perubahan rasio akibat perubahan arah gaya , yang awal gaya tarik dengan rasio maksimum (ρ) =0,59 menjadi gaya tekan dengan rasio maksimum (ρ) =0,72 mengalami kenaikan rasio sebesar (ρ) =0,13 atau secara keseluruhan kenaikan rata-rata 17,9% begitu pula model lainnya dan untuk lendutan tidak mengalami perubahan antara tipe warren dan tipe warren terbalik . tetapi dari nilai rasio dipastikan struktur tipe warren mengalami keruntuhan terlebih dahulu ketimbang tipe warren terbalik dengan rasio tipe warren = 0,74 lebih besar ketimbang tipe warren terbalik = 0,72.

SEJARAH ARTIKEL
Diterbitkan 29 Desember 2021

KATA KUNCI
Jembatan; Rasio; Sap2000; Turss; Warren

1. Pendahuluan

Pada dasarnya jembatan digunakan untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain yang di antaranya terdapat sungai, jurang dan lain sebagainya. Penentuan model jembatan sangat penting sehingga penentuan model dan tipe dari struktur menjadi faktor dalam perencanaan, salah satunya untuk mendapatkan suatu konstruksi yang aman, kuat dan ekonomis.

Struyk & Van Der Veen (1984) menjelaskan bahwa Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau jalan lalu lintas biasa. Hibbeler (2012) menjelaskan bahwa Ketika rentang struktur harus panjang dan kedalamannya bukan merupakan kriteria penting untuk desain, rangka batang (Truss) dapat dipilih. Rangka terdiri dari elemen ramping, biasanya disusun sebagai serangkaian elemen segitiga. rangka batang (Truss) sering digunakan untuk penyangga jembatan dan atap, sedangkan rangka ruang memiliki anggota yang memanjang dalam tiga dimensi dan cocok untuk menara.

Maka dari itu perlunya suatu analisis perbandingan dalam menentukan tipe truss yang aman dan ekonomis maka pada penelitian ini untuk analisis perbandingan maka digunakan satu tipe dengan model struktur jembatan truss tipe warren dan dibandingkan dengan tipe warren terbalik.

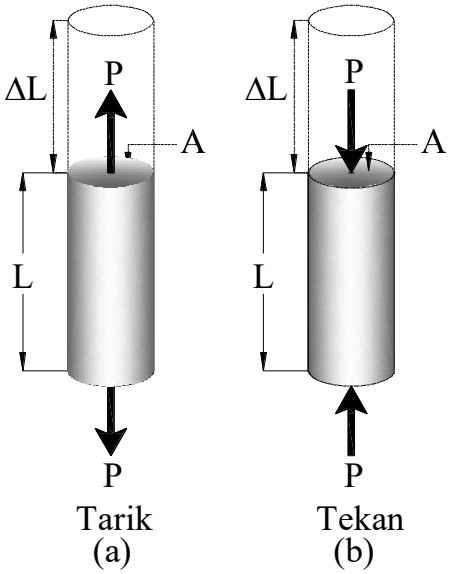
2. Landasan Teori

2.1 Definisi Truss

John & Sons (2016) menjelaskan bahwa Rangka batang (Truss) adalah struktur pemikul beban yang terdiri dari batang-batang yang dihubungkan pada engsel tanpa gesekan. Dengan dua definisi ini, kami telah memperkenalkan truss sebagai model komputasi. Di sini, kami membatasi diri pada rangka dua dimensi (bidang).

Menurut Ariestadi (2008) Rangka batang (truss) adalah struktur yang dibuat dengan menyusun elemen linier berbentuk batang-batang yang relatif pendek dan lurus menjadi pola-pola segitiga. Rangka batang yang terdiri atas elemen-elemen diskrit akan melendut secara keseluruhan apabila mengalami pembebanan seperti halnya balok yang terbebani transversal. Setiap elemen batangnya tidak melentur tetapi hanya akan mengalami gaya tarik atau tekan saja

Tujuan dari struktur truss ini yaitu untuk mengatur struktur hanya mengalami gaya axial berupa gaya tarik (tension Force) dan gaya tekan (compression force). Sehingga perencanaan desain tegangan tergantung dari Luas permukaan Penampang dari profilnya dan tegangan dari baja itu sendiri.



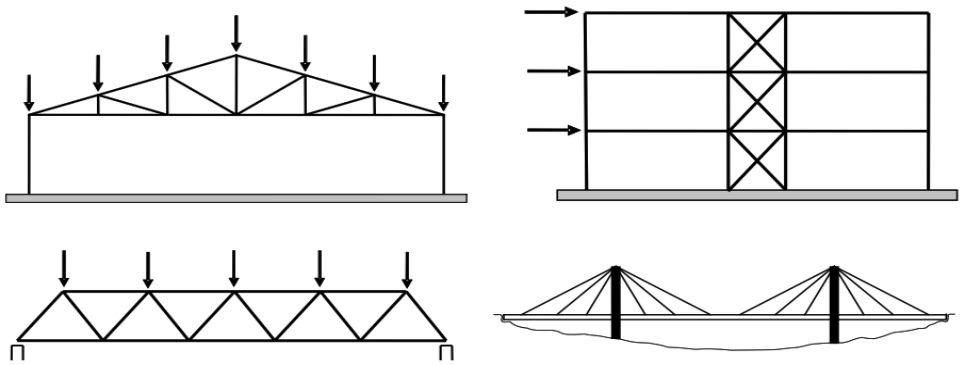
Gambar 1. batang tarik dan Batang Tekan

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ dan } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

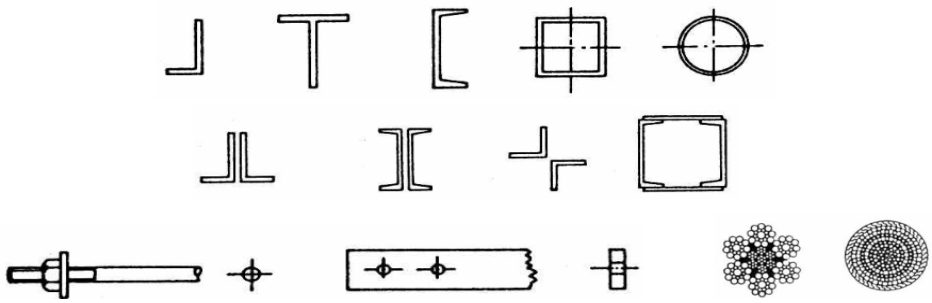
Di mana :

σ	= Tegangan Beban (MPa)
P	= Gaya Axial tekan atau tarik (N)
A	= Luas Permukaan (mm2)
ΔL	= Penambahan Panjang (mm)
L_0	= Panjang Mula-mula (mm)

Gambar 2 mengilustrasikan berbagai contoh struktur dengan beberapa komponen struktur yang umumnya diasumsikan hanya dibebani dalam gaya tarik. Gambar 3 menunjukkan penampang khas batang tarik. Sederhana atau bagian canai yang terpasang biasanya digunakan pada rangka batang, gelagar kisi, dan sebagai anggota penguat. Kabel, flat atau bar digunakan dalam sistem bracing. Kabel, flat atau bar kadang-kadang digunakan pada jembatan atau atap bentang panjang; anggota seperti itu jenis dibahas secara rinci dalam (Da Silva, Simoes, & Gervasio, 2010)



Gambar 2. Struktur di bebani gaya Tarik (da Silva, Simoes, & Gervasio, 2010)



Gambar 3. Penampang yang digunakan untuk desain Tarik (da Silva, Simoes, & Gervasio, 2010)

2.2 Batang Tarik

Batang tarik adalah elemen yang menerima beban tarik sehingga mempunyai kecenderungan untuk menarik elemen hingga putus. Kekuatan elemen tarik tergantung pada luas penampang elemen atau material yang digunakan. Elemen yang mengalami tarik dapat mempunyai kekuatan yang tinggi, misalnya kabel yang digunakan untuk struktur bentang panjang. Kekuatan elemen tarik umunya tergantung dari panjangnya. Tegangan tarik terdistribusi merata pada penampang elemen.

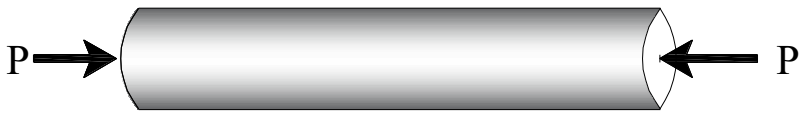
Gambar. 4 : batang tarik

Kegagalan Batang tarik dengan asumsi sambungan kuat maka berdasarkan kekuatannya terjadi dua kondisi yaitu Kondisi leleh dan kondisi fraktur di mana persamaan untuk desain masing-masing sebagai berikut:

Ø = Faktor Reduksi Kekuatan

2.3 Gaya Tekan

Gaya tekan cenderung untuk menyebabkan hancur atau tekuk pada elemen. Elemen pendek cenderung hancur, dan mempunyai kekuatan yang relatif setara dengan kekuatan elemen tersebut apabila mengalami tarik. Sebaliknya kapasitas pikul beban elemen tekan panjang akan semakin kecil untuk elemen yang semakin panjang. Elemen tekan panjang dapat menjadi tidak stabil dan secara tiba-tiba menekuk pada taraf beban kritis. Ketidakstabilan yang menyebabkan elemen tidak dapat menahan beban tambahan sedikit pun bisa terjadi tanpa kelebihan pada material. Fenomena ini disebut tekuk (buckling). Adanya fenomena tekuk ini maka elemen tekan yang panjang tidak dapat memikul beban yang sangat besar.



Gambar. 5 : batang tekan

Kegagalan Batang tarik dengan asumsi sambungan kuat maka berdasarkan kekuatannya terjadi dua kondisi yaitu Kondisi Tekuk Elastis Dan Tekuk tidak elastis di mana persamaan untuk desain masing-masing sebagai berikut:

$P_n = Ø.f_{cr}.A_g$

Kondisi Tekuk Elastis

$KL/r \geq 4{,}71.(E/f_y)^{0,5}$

$f_{cr} = 0{,}877.f_e$

$f_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$

Kondisi Tekuk tidak Elastis

$KL/r < 4{,}71*(E/f_y)^{0,5}$

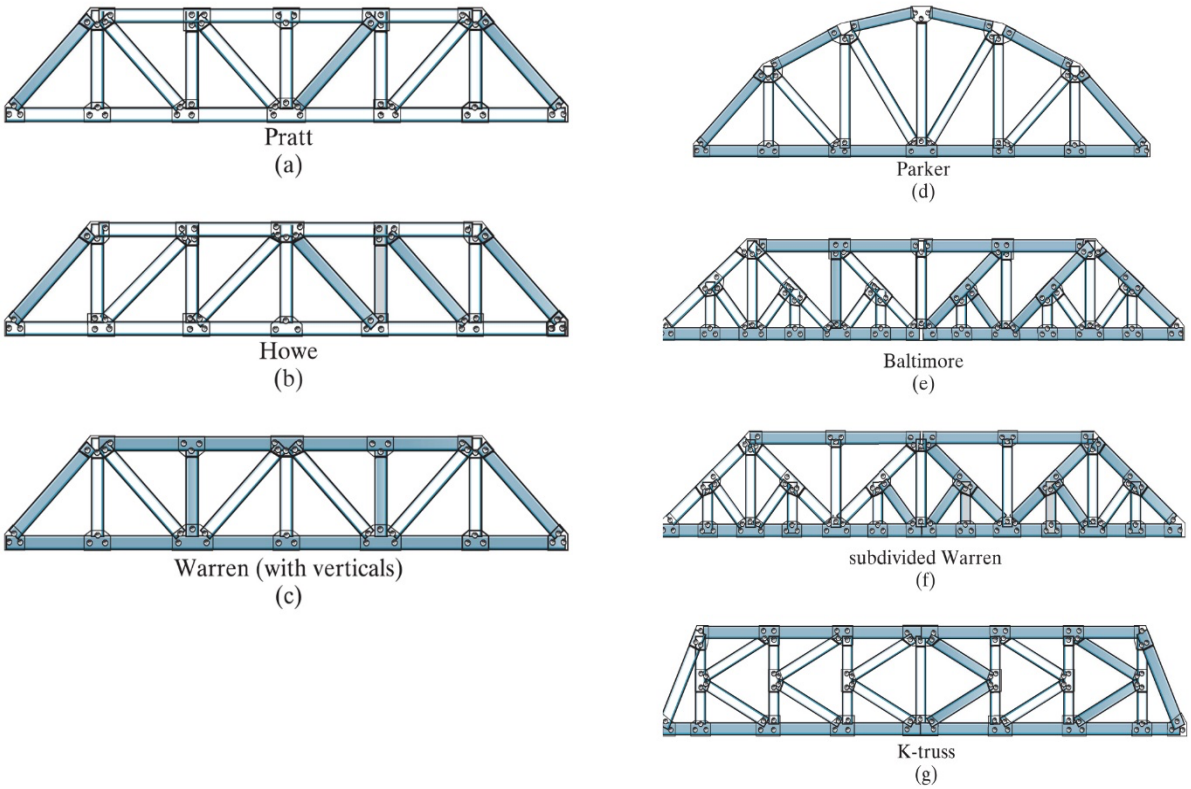
$f_{cr} = (0{,}658.^{fy/fe}).f_y$

Ket :

P_n = Beban Nominal (N)
F_y = Tegangan Leleh (Mpa)
F_e = Tegangan Euler (MPa)
A_g = Luas Penampang Kotor (mm^2)
A_e = Luas Penampang Efektif (mm^2)
Ø = Faktor Reduksi Kekuatan

2.4 Model Struktur Truss

Pada dasarnya model dari struktur rangka batang model jembatan sangat banyak seperti tipe warren, partt, howe dan lainnya , dan bisa dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 6. Model Struktur truss (Hibbeler, 2012)

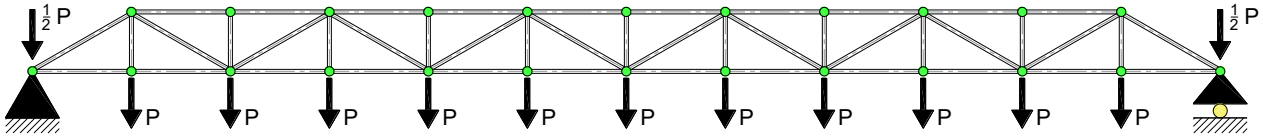
batang truss sangat banyak n = 2J – R

Di mana : n = Jumlah Batang
J = Jumlah Simpul
R = Jumlah Komponen Reaksi (R_{AV}, R_{AH}, dan R_{BV})

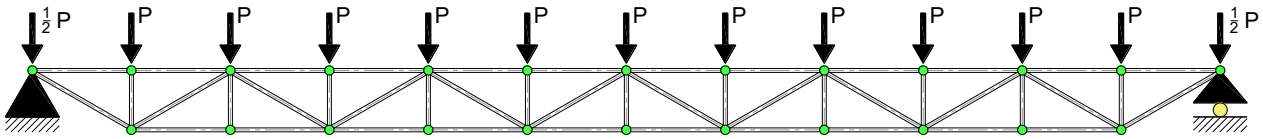
2.5 Pembebanan Rangka Batang (Truss)

Beban pada konstruksi merupakan berat dari seluruh komponen baik struktur maupun non struktur yang ada di dalam bagiannya di mana beban ini bekerja berdasarkan arah dan penempatannya sehingga bisa menghasilkan gaya-gaya pada struktur baik itu momen, geser ataupun Axial selain itu juga bisa mengakibatkan penurunan pada struktur.

Pada umumnya beban struktur terdiri dari beban mati berat sendiri struktur (dead load), beban mati dari luar (Super dead Load) ,beban hidup (live load), beban angin (Wind Load), beban Gempa (Quake Load), dan beban lainnya. Tapi dalam analisis untuk penentuan model struktur rangka batang maka pembebanan yang digunakan hanya berat sendiri struktur (dead load), beban mati dari luar (Super dead Load) ,beban hidup (live load), di mana titik dari model pembebanan pada jembatan pipa sebagai berikut :



Tipe Warren (a)



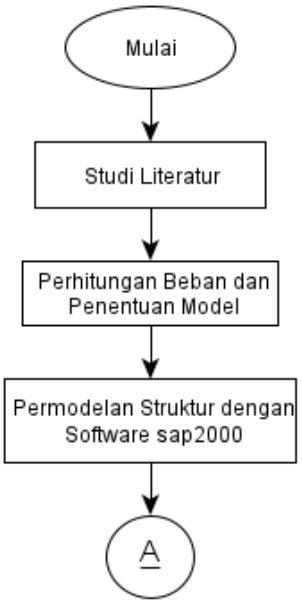
Tipe Warren terbalik (b)

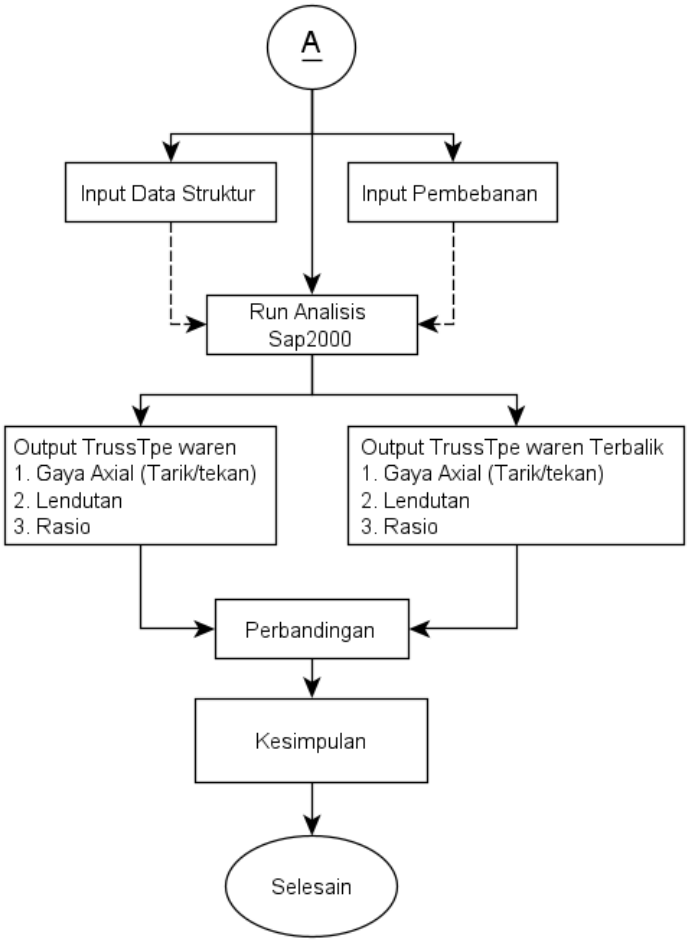
Gambar 7. Posisi Pembebanan

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan kali ini yaitu studi perbandingan antara struktur truss Tipe Warren Dan Tipe Warren Terbalik dengan simulasi analisis struktur menggunakan bantuan software Sap2000 untuk penentuan hasil dari gaya-gaya ataupun rasio dan lendutan yang terjadi sebagai acuan perbandingan.

Untuk memudahkan gambaran tantang prosedur dari penelitian ini maka berikut ini diagram alir (Flow chart) penelitian.





Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

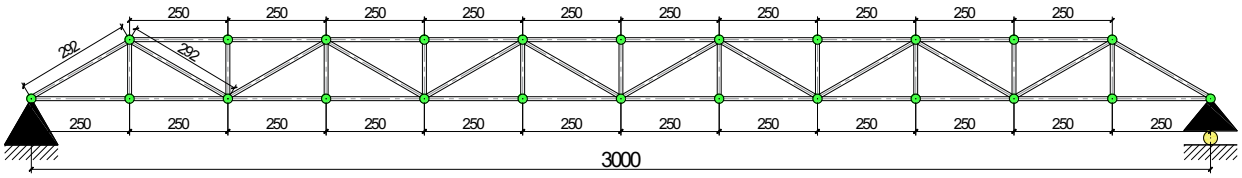
Penelitian ini bertujuan untuk menentuakn struktur mana yang paling efektif dari segi gaya-gaya, Lendutan dan rasio yang terjadi todd makana das sasca

3.1 Model Struktur dan Pembebanan

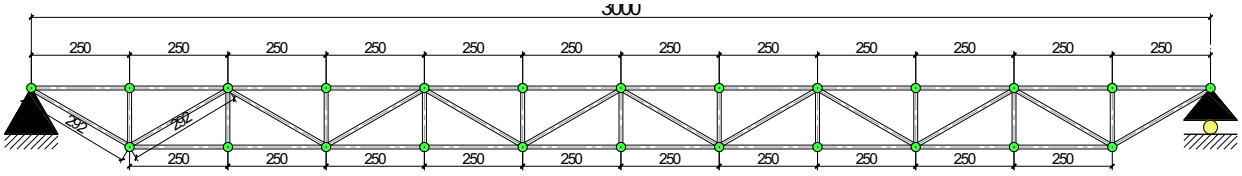
❖ Model Struktur

Permodelan struktur jembatan didasarkan 2 model struktur truss yaitu struktur truss tipe waren dan struktur truss tipe waren terbalik dengan data jembatan sebagai berikut:

- Bentang : 30 m
- Jumlah segmen : 12
- Panjang per segmen : 2,5 m
- Tinggi : 1,5 m



Tipe Warren (a)



Tipe Warren terbalik (b)

Gambar 9. Model Struktur truss

Berdasarkan 2 model di atas baik dari jumlah batang, jumlah simpul, ataupun jumlah tumpuan reaksi sama maka rangka batang tersebut terdiri dari 29 batang struktur , terdiri dari 24 titik simpul dan terdiri dari 3 tumpuan reaksi.

n = 2J – R
45 = 2*24– 3
48 = 48 (Ok)

❖ Beban Struktur

Beban Mati P_1 = 475 kg (Berat Pipa dan Lainnya)

Beban Hidup air P_2 = 450 kg (beban air)

Beban Hidup orang P_2 = 100 kg (beban Pekerja)

3.2 Kontrol Penampang dan Profil

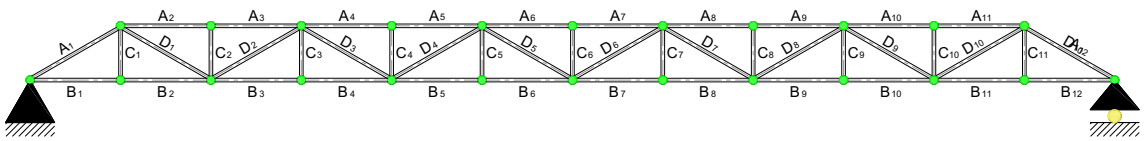
Pemeriksaan penampang profil mengacu pada SNI-1729:2015 yang kemudian data dari aturan ini di implementasikan dua software sap2000 dalam mendesain penampang truss yang di tentukan berdasarkan kekuatan axial berupa kuat tekan dan kuat tarik dengan desain penampang sebagai berikut :

Mutu baja A36 F_u = 400 MPa (Tegangan Putus)
F_y = 250 MPa (Tegangan Leleh)

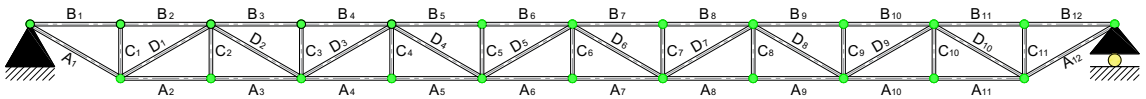
Faktor Reduksi $Ø_t$ = 0,9 (Batang tarik Luas penampang kotor)
$Ø_t$ = 0,9 (batang tekan)

Dimensi Profil
Berdasarkan simbol A = L150.150.12
B = L150.150.12
C = L60.60.6
D = L90.90.10

3.3 Pengelompokan nama Truss dengan simbol



Tipe Warren (a)



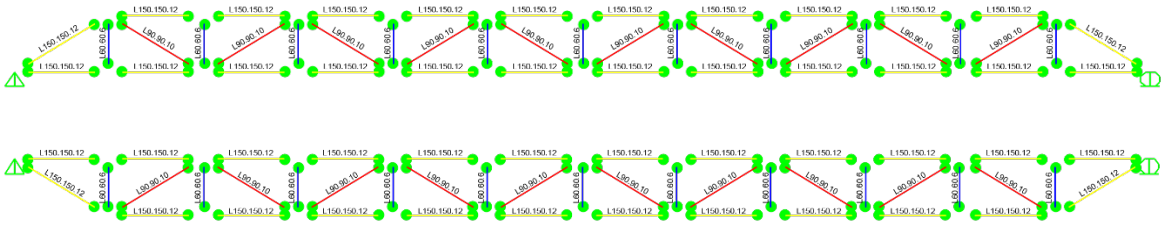
Tipe Warren terbalik (b)

Gambar 10. Penamaan Simbol Batang

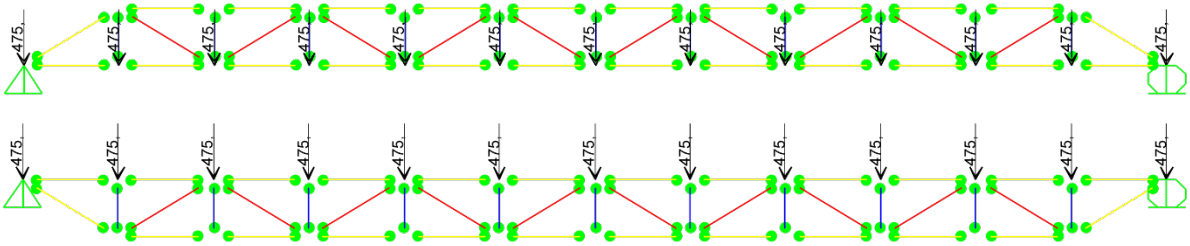
Dalam pengelompokan nama untuk tipe truss di mana awalnya batang tekan di tipe warren dengan simbol A menjadi batang tarik di tipe warren terbalik dengan simbol yang sama yaitu A dan lainnya. Dalam analisis maka akan di kumpulkan berdasarkan simbol yang sama dari batang dengan tipe warren dan tipe warren terbalik.

4. Hasil dan Pembahasan

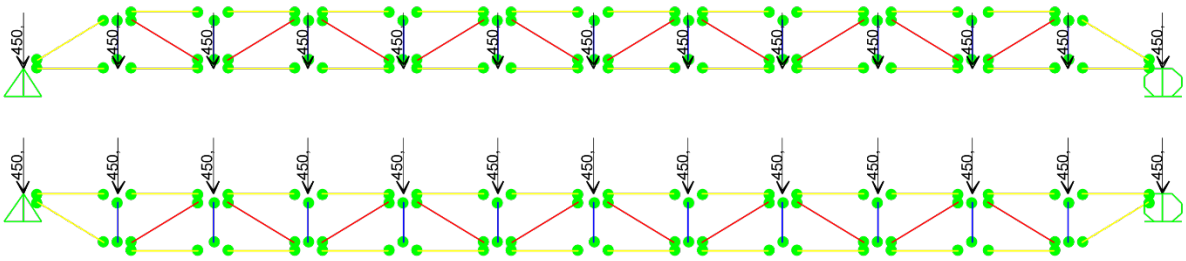
4.1 Permodelan dan input beban



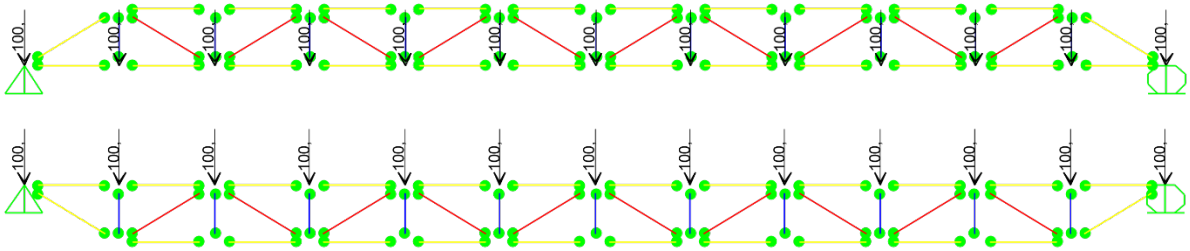
1) Permodelan



2) Input beban mati



3) Input beban hidup (air)

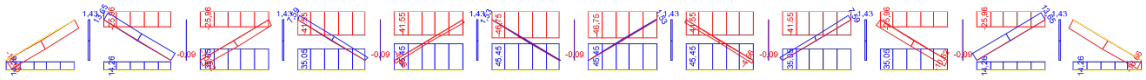


4) Input beban hidup (pekerja)

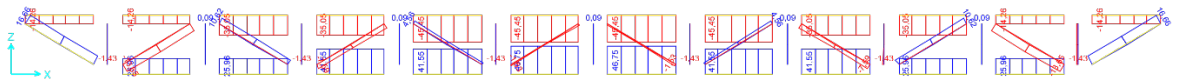
Gambar 10. Permodelan dan input beban

4.2 Gaya Batang (Gaya axial)

Berdasarkan analisis menggunakan softhware sap2000 digambarakan gaya axial pada rangka batang seperti berikut ini :



Tipe Warren (a)

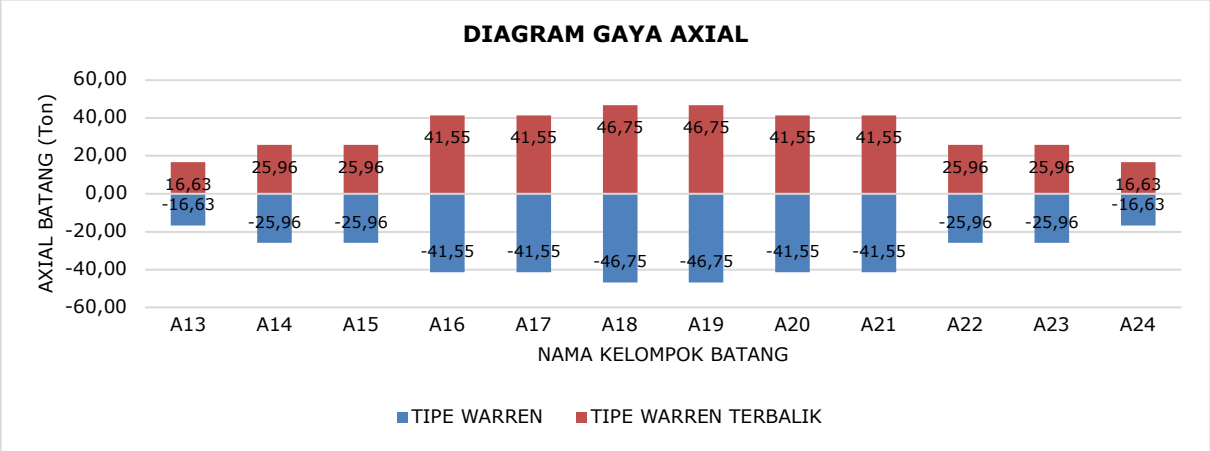


Tipe Warren terbalik (b)

Gambar 8. Diagram Gaya axial

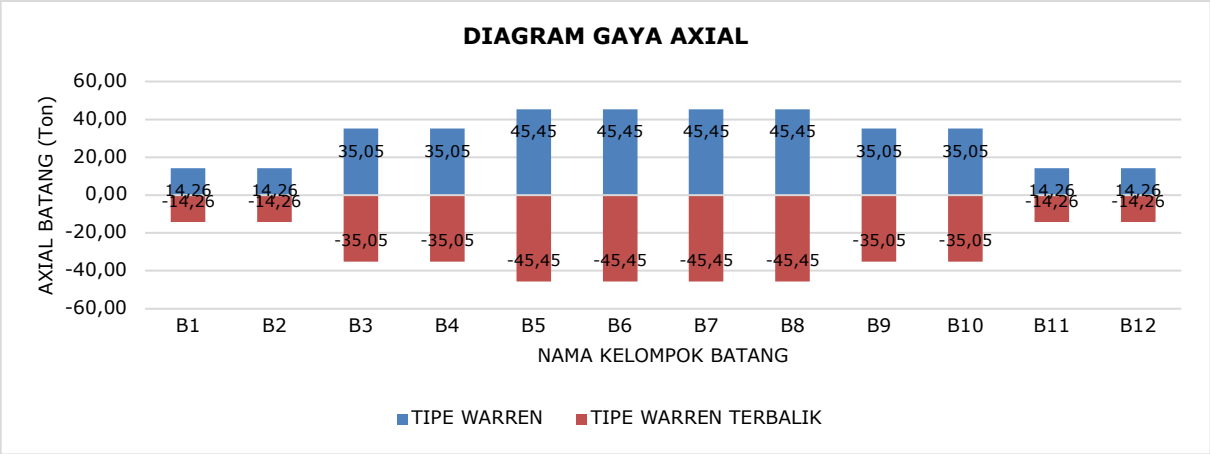
Untuk memudahkan perbandingan antara rangka batang truss tipe warren dengan rangka batang tipe warren terbalik maka dibuatkan diagram batang berdasarkan posisi batang dan dapat dilihat seperti berikut ini :

❖ Batang dengan Simbol A



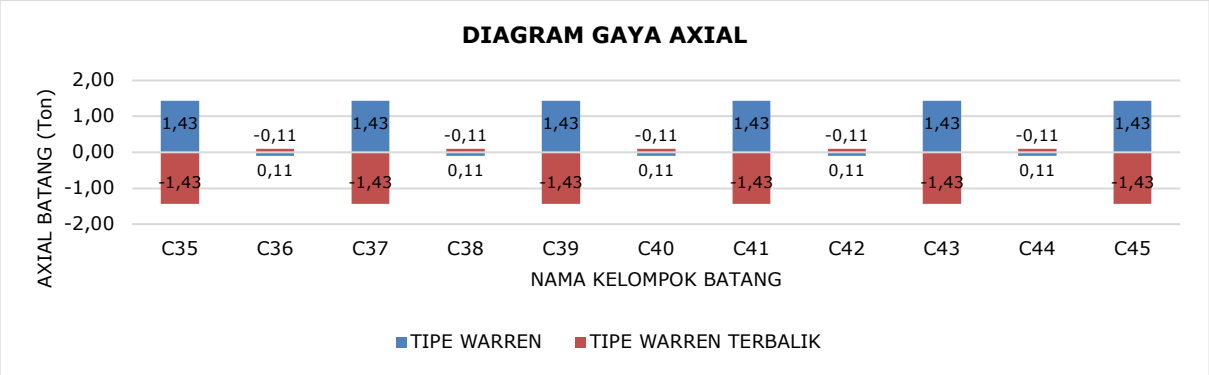
Gambar 92. Diagram gaya axial batang simbol A

❖ Batang dengan Simbol B



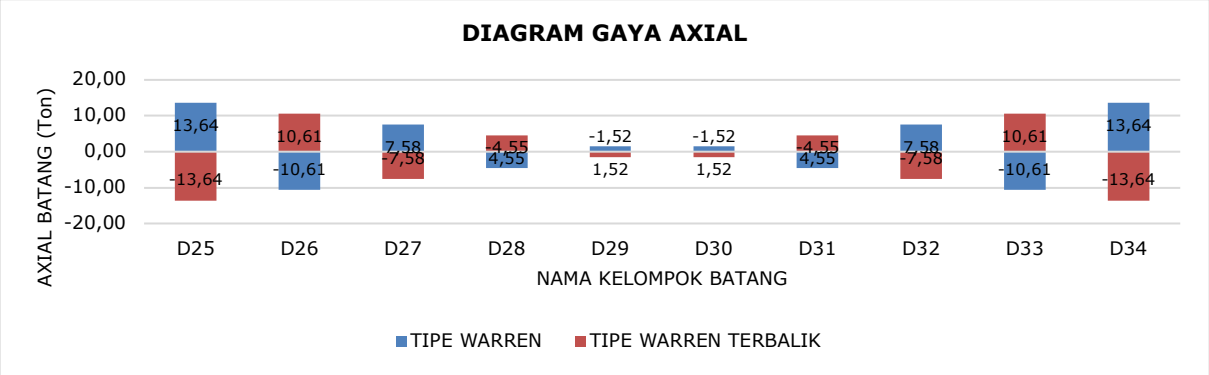
Gambar 103. Diagram gaya axial batang simbol B

❖ Batang dengan Simbol C



Gambar 14. Diagram gaya axial batang simbol C

❖ Batang dengan Simbol D



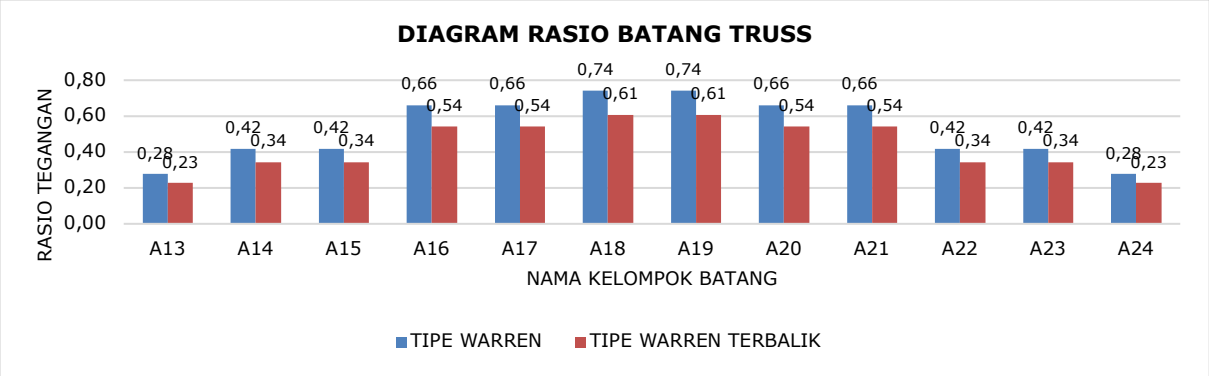
Gambar 115. Diagram gaya axial batang simbol C

Berdasarkan diagram di atas gaya batang yang terjadi pada batang sama persis hanya berubah kondisi gaya yang pertama pada tipe warren mengalami gaya tekan ketika pada posisi warren terbalik menjadi gaya tarik dan sebaliknya.

Berdasarkan keterangan di atas menjelaskan bahwa struktur dengan simbol A,B,C,D tipe model warren dengan posisi dibalik maka gaya-gaya yang terjadi pada batang tidak mengalami perubahan nilai dan hanya mengalami perubahan arah gaya pada batang yang kondisinya awalnya tekan menjadi tarik dan sebaliknya

4.3 Rasio Rangka Batang

❖ Batang dengan Simbol A

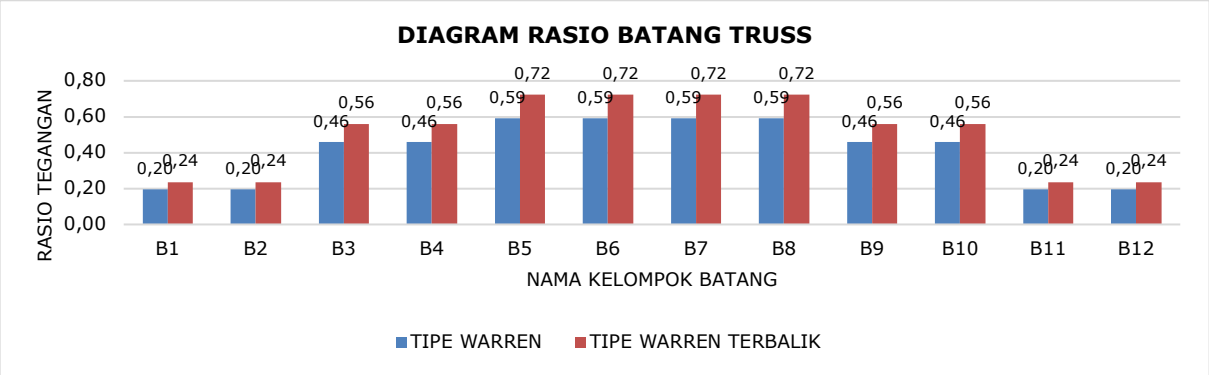


Gambar 126. Diagram Rasio batang truss

Berdasarkan diagram di atas rasio yang terjadi pada batang tipe warren dengan simbol A mengalami perubahan rasio akibat perubahan arah gaya , yang awal gaya tekan dengan rasio maksimum (ρ) =0,74 menjadi

gaya tarik dengan rasio maksimum (ρ) =0,61 mengalami penurunan rasio sebesar (ρ) =0,13 dan secara keseluruhan penurunan rata-rata 17,8%

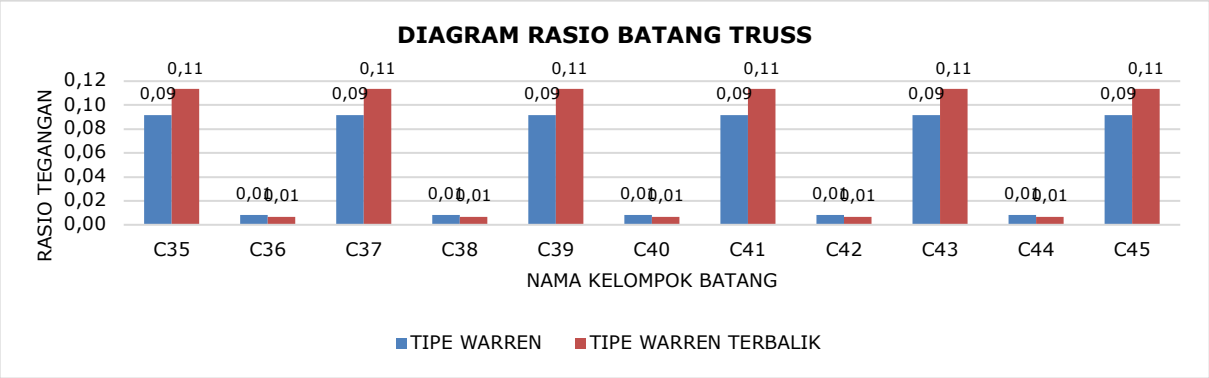
❖ Batang dengan Simbol B



Gambar 137. Diagram Rasio batang truss

Berdasarkan diagram di atas rasio yang terjadi pada batang tipe warren dengan simbol B mengalami perubahan rasio akibat perubahan arah gaya , yang awal gaya tarik dengan rasio maksimum (ρ) =0,59 menjadi gaya tekan dengan rasio maksimum (ρ) =0,72 mengalami kenaikan rasio sebesar (ρ) =0,13 atau secara keseluruhan kenaikan rata-rata 17,9%

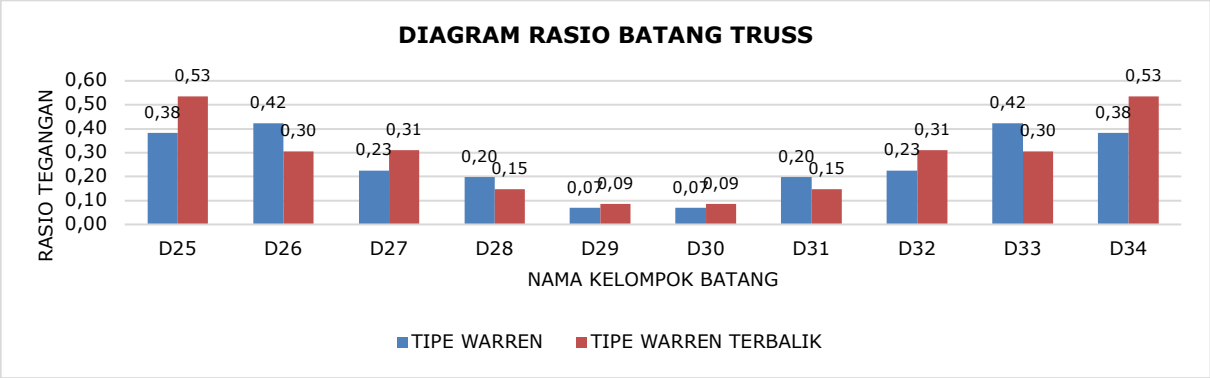
❖ Batang dengan Simbol C



Gambar 14 Diagram Rasio batang truss

Berdasarkan diagram di atas gaya batang tegak yang terjadi pada batang tipe warren dengan simbol C mengalami perubahan rasio akibat perubahan arah gaya dengan rasio maksimum (ρ) =0,09 menjadi rasio maksimum (ρ) =0,11 mengalami kenaikan rasio sebesar (ρ) =0,02 atau kenaikan 18%

❖ Batang dengan Simbol D



Gambar 159. Diagram Rasio batang truss

Berdasarkan diagram di atas gaya batang diagonal yang terjadi pada batang tipe warren dengan simbol D mengalami perubahan rasio akibat perubahan arah gaya dengan kondisi 1 rasio maksimum (ρ) =0,38 menjadi menjadi rasio maksimum (ρ) =0,53 mengalami kenaikan rasio sebesar (ρ) =0,15 dan kondisi 2 rasio maksimum (ρ) =0,4 menjadi rasio maksimum (ρ) =0,3 mengalami penurunan rasio sebesar (ρ) =0,1 jadi untuk batang tarik ke tekan rata-rata kenaikan 25,1% dan untuk tekan ke tarik penurunan 26,8%

4.4 Lendutan

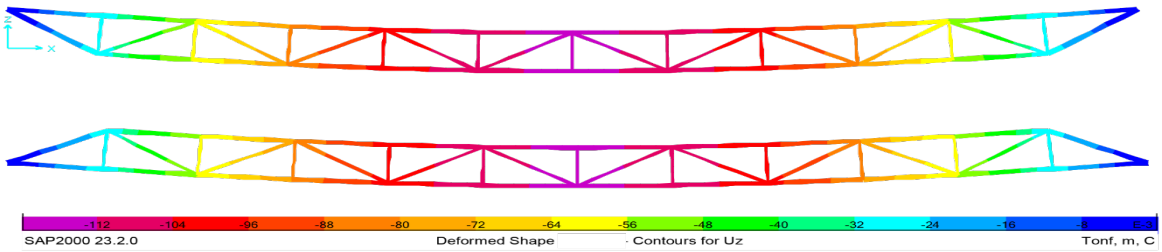


Diagram Lendutan Sap2000 (a)

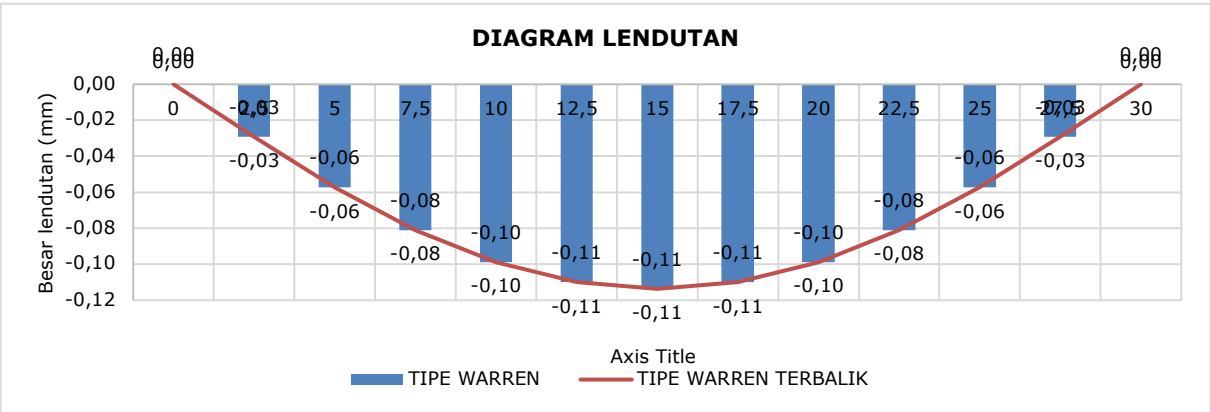


Diagram Lendutan (b)

Gambar 20. Diagram Lendutan

Berdasarkan diagram hasil dari lendutan sama persis tidak mengalami perubahan penurunan dari model warren menjadi warren terbalik.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis didapatkan bahwa struktur truss tipe warren dengan struktur truss tipe warren terbalik memiliki nilai gaya axial yang sama hanya arah gaya yang berbeda, yang awal dari tekan menjadi tarik begitu juga sebaliknya. Adanya perbedaan rasio antara kedua tipe struktur itu diakibatkan oleh desain perencanaan antara batang tekan berbeda dengan struktur batang tarik sehingga meskipun memiliki nilai gaya yang sama rasio dari tegangan tetap

berbeda dan berdasarkan analisis di atas perbedaan untuk batang atas, batang bawah, dan batang tegak perbedaan rasio baik itu penurunan maupun kenaikan ∓ 18% dan untuk batang diagonal ∓ 25% sedangkan untuk lendutan sama dengan gaya axial tidak memiliki perbedaan sama sekali tetapi dari nilai rasio dipastikan struktur tipe warren mengalami keruntuhan terlebih ketimbang tipe warren terbalik dengan rasio tipe warren = 0,74 lebih besar ketimbang tipe warren terbalik = 0,72. Semoga dengan adanya penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi atau perbandingan bagi peneliti dalam melakukan penelitian, dan dapat bermanfaat bagi masyarakat khususnya masyarakat nelayan yang ingin membuat rumah rompong sebagai media atau alat untuk penangkapan ikan. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini. Penulis menyadari penelitian ini sangat jauh dari kesempurnaan oleh karena itu, penulis berharap ada masukan dan saran yang sifatnya membangun tentunya sesuai dengan keilmuan pada topik penelitian ini sehingga ke depannya dapat ditingkatkan dan lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

Ariestadi, D. (2008). Teknik Struktur Bangunan. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Arifi, E., Suseno, H., Hidayat, M. T., & Grahadika, H. E. (2016). Pengaruh Konfigurasi Rangka Dan Optimasi Profil Terhadap Kinerja Pada Struktur Jembatan Rangka Baja. Rekayasa Sipil Vol 10, No 3, 189-190.

Da Silva, L. S., Simoes, R., & Gervasio, H. (2010). Design of Steel Structures. Portugal: ECCS – European Convention for Constructional Steelwork.

Hibbeler, R. C. (2012). Structural Analysis. America: Pearson Prentice Hall.

John , W., & Sons. (2016). Modelling and Analysis Of Frame and Trussed. United Kingdom: Karl-Gunnar Olsson.

Kruse, L. R. (1990). anlysis of Truss by Method of the Stiffness Matrix. Arizona: Arizona State University .

Struyk, H. J., & Van Der Veen, K. H. (1984). Jembatan. Jakarta: Pradnya Paramita.