

# KONFIGURASI BATANG PADA PERANCANGAN RANGKA ATAP BAMBU

Wisnu Rachmad Prihadi<sup>1</sup> ; Galeh Nur Indriatno Putra Pratama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pascasarjana UNY ; <sup>2</sup> Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY  
Email: [wisnurachmadprihadi@gmail.com](mailto:wisnurachmadprihadi@gmail.com)

## ABSTRACT

This study discusses the system design roof truss on a wide span which spans 15 m using bamboo materials, it is deemed necessary because of the material bamboo is a material that is readily available and can be used as temporary shelter as a temporary shelter disaster victims, therefore it needs to be done a review of some particular configuration rod placement diagonal rods. The purpose of the configuration of the rod is to obtain an optimal and efficient structure and implement connection system Moriscos on bamboo construction. On the pedestal roof frame is at the point of the column, so that in this condition is considered the foundation of the joints with horizontal movement of the pedestal reason restrained by anchor bolts and added restrained also by friction contact area of the pedestal. In this modeling study using bamboo material strap (*Gigantochloa lear kurz*) diameter of 6 cm, as a truss, and use the program SAP 2000 version 14 as a tool in calculating the truss. from reviewing several models from the rafters with bamboo material shows that the stiffness criterion for diagonal rod configuration on the model B which show the predicted vertical deflection z direction is small. As for the efficiency criteria in terms of style rod rod press (compression) due to the effect of buckling (buckling), various models have the smallest is the model A.

*Keywords: bamboo, design, roof truss.*

## ABSTRAK

Kajian ini membahas perancangan sistem rangka atap pada bentang yang lebar yaitu bentang 15 m dengan menggunakan material bambu, hal ini dirasa perlu karena material bambu merupakan material yang mudah didapat dan dapat digunakan sebagai *temporary shelter* sebagai tempat tinggal sementara korban bencana, oleh karena itu perlu dilakukan peninjauan terhadap beberapa konfigurasi penempatan batang khususnya batang diagonal. Tujuan dari konfigurasi batang tersebut adalah untuk mendapatkan struktur yang optimal dan efisien serta menerapkan sistem sambungan morisco pada konstruksi bambu. Pada tumpuan rangka atap berada pada titik kolom, sehingga dalam kondisi ini tumpuan dianggap sendi-sendi dengan alasan pergerakan horizontal tumpuan tertahan oleh angkur baut serta ditambahkan tertahan juga oleh gesekan bidang kontak tumpuan. Kajian permodelan ini menggunakan material bambu tali (*gigantochloa apus kurz*) berdiameter 6 cm, sebagai bahan rangka batang, dan menggunakan program SAP 2000 versi 14 sebagai alat bantu dalam menghitung struktur rangka batang dari peninjauan beberapa model dari rangka atap dengan material bambu menunjukkan bahwa untuk kriteria kekakuan maka konfigurasi batang diagonal pada model B yang menunjukkan prediksi defleksi vertikal arah z yang kecil. Sedangkan untuk kriteria efisiensi batang ditinjau dari gaya batang tekan (*compression*) karena pengaruh tekuk (*buckling*), dari berbagai model dipilih yang terkecil adalah model A.

Kata Kunci: bambu, perancangan, rangka atap.

## PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya waktu dan meningkatnya populasi manusia di berbagai belahan bumi, mengakibatkan peningkatan kebutuhan akan tempat tinggal, namun sayangnya pertumbuhan jumlah penduduk mengakibatkan penurunan kapasitas produksi sumber bahan bangunan berupa kayu, oleh

disebabkan adanya alih fungsi lahan, yang dahulunya hutan dijadikan kawasan perumahan sehingga mengakibatkan kelangkaan material bahan bangunan. Dengan terjadinya krisis persediaan kayu, bambu diharapkan dapat memasuki pasar bahan bangunan menggantikan kayu sebagai bahan bangunan alternatif, mengingat bambu sebagai bahan bangunan yang dapat

diperoleh pada umur 3-5 tahun (Morisco, 2005). Bambu dan produk berbahan bambu seharusnya dapat ditingkatkan sehingga setara dengan bahan bangunan lain. Untuk itu, diperlukan penelitian dan pengembangan agar pemanfaatannya menjadi optimal.

Bentuk bambu yang berupa tabung dengan sekat-sekat yang disebut buku mempunyai sifat mekanis yang khusus, yaitu kekuatan pada daerah buku dan ruas berbeda. Bambu memiliki potensi kekuatan setara atau bahkan lebih bila dibandingkan dengan kuat tarik baja, namun bambu untuk kuat geser sejajar seratnya memiliki nilai rendah sehingga mudah pecah. Oleh karena itu, bambu lebih cocok jika dipakai sebagai konstruksi rangka batang (*truss*), yang mana komponen-komponennya dihubungkan secara sendi sehingga beban yang bekerja pada batang hanya gaya aksial tekan dan tarik (Dewi et al., 2005). Kendala utama dalam pemanfaatan buluh bambu adalah membuat model sambungan bambu yang cukup kokoh terutama agar dapat menerima beban tarik, kebanyakan sambungan bambu yang banyak digunakan pada bangunan berupa alat sambung paku dan tali, baik tali rotan, tali ijuk maupun kawat. Sambungan ini sangat bergantung pada kekuatan tali ikatannya, sehingga sulit untuk dipertanggungjawabkan kekuatannya, selain itu kurang tahan lama. Oleh karena itu, sambungan tersebut lebih cocok digunakan untuk bangunan sementara.

Konstruksi bambu umumnya hanya untuk bentang-bentang pendek dan bersifat sementara, tidak atau jarang sekali sebagai bentang lebar, padahal potensi yang dimiliki dari bambu hal ini bermanfaat sebagai tempat pengungsian sementara (*temporary shelter*) untuk menampung korban bencana yang mana material bambu merupakan material yang mudah didapat khususnya di daerah Indonesia.

Kajian ini bertujuan merancang dan melakukan peninjauan terhadap konfigurasi penempatan batang pada konstruksi rangka menggunakan material bambu, yang mana nantinya untuk mendapatkan struktur yang optimal dan efisien. Pada penelitian menggunakan material

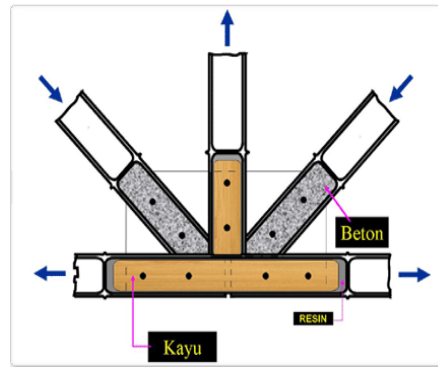
Konfigurasi Batang pada ... (Wisnu/ hal 173-183) bambu tali (*gigantochloa apus kurz*) dengan diameter 6 cm, yang telah diketahui sifat fisik dari material tersebut berdasarkan dari hasil pengujian oleh saudara G. Bachtiar.

Bambu sebagai material bangunan yang ringan dan elastis sangat cocok digunakan untuk bangunan. Terdapat beberapa faktor yang mendukung bambu sebagai material bangunan yaitu bambu mempunyai sifat yang elastis, dari hasil uji pengujian di laboratorium, terbukti bahwa bambu mempunyai kekuatan tarik yang sangat tinggi mendekati kuat tarik baja struktural. Selain itu bambu juga bersifat lentur, sehingga mampu mengikuti gerakan akibat adanya pengaruh gaya dari luar tanpa mengalami keruntuhan (patah atau putus), kecuali apabila kekuatannya melebihi kekuatan lentur yang diijinkan. Disamping itu bentuk bambu yang bulat dan berbentuk pipa, sehingga bambu memiliki momen lembam yang besar tetapi ringan dan merata ke segala arah. Karena bentuknya seperti pipa sehingga dibutuhkan sistem sambungan yang berbeda dari bangunan yang terbuat dari beton, maupun kayu dalam hal penyaluran beban dan sistem sambungannya.

Konstruksi bambu harus merupakan suatu konstruksi yang menyatu satu dengan yang lain membentuk suatu kesatuan yang bekerja bersama-sama menyalurkan beban dan saling menghilangkan momen yang timbul dari beban-beban tersebut, sehingga tercipta suatu kekakuan. Kekakuan ini dapat diwujudkan dengan memberi ikatan satu sama lain yang kuat dan kokoh.

Konstruksi Rangka Batang adalah suatu konstruksi yang tersusun atas batang-batang yang dihubungkan satu dengan lainnya untuk menahan gaya luar secara bersama-sama. Konstruksi Rangka Batang ini dapat berupa konstruksi yang satu bidang datar (2D) dan atau dua bidang datar (ruang) (3D). Dalam diktat ini dibatasi pada Konstruksi Rangka Batang yang satu bidang. Dilihat dari susunan batangnya, secara garis besar ada tiga macam Konstruksi Rangka Batang yaitu (a) Konstruksi Rangka Batang Tunggal, (b) Konstruksi Rangka Batang Ganda dan (c) Konstruksi Rangka Batang Tersusun.

Rangka batang terdiri dari bermacam-macam, Pada Konstruksi Rangka Batang Tunggal setiap batang atau setiap segitiga penyusunannya mempunyai kedudukan yang setingkat, Konstruksi terdiri dari atas satu kesatuan yang sama (setara). Sedang pada Konstruksi Rangka Batang Ganda setiap batang atau setiap segitiga penyusunannya setingkat kedudukannya. Akan tetapi konstruksi terdiri atas dua buah kesatuan konstruksi yang setara. Terdapat banyak metode dalam menghitung rangka batang tergantung model strukturnya.



Gambar 1. Sistem Sambungan yang Digunakan

## METODE

Kajian ini menggunakan pendekatan eksperimen. Sampel menggunakan bambu dengan diameter 6 cm sebagai bahan rangka batang. Data yang didapatkan dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem rangka atap pada bentang yang lebar yaitu bentang 15 m dengan menggunakan material bambu, hal ini dirasa perlu karena material bambu merupakan material yang mudah didapat dan dapat digunakan sebagai desain tempat tinggal sementara korban bencana, oleh karena itu perlu dilakukan peninjauan terhadap beberapa konfigurasi penempatan batang khususnya batang diagonal.

Tujuan dari konfigurasi batang tersebut adalah untuk mendapatkan struktur yang optimal dan efisien serta menerapkan sistem sambungan morisco pada konstruksi bambu. Pada tumpuan rangka atap berada pada titik kolom, sehingga dalam kondisi ini tumpuan dianggap sendi-sendi dengan alasan pergerakan horizontal tumpuan tertahan oleh angkur baut serta ditambahkan tertahan juga oleh gesekan bidang kontak tumpuan.

Suyono (2007) menjelaskan dalam peninjauan mengenai kestabilan dan ketidak tentuan statis dari struktur rangka atap diambil dari *determination of the statical determinacy of trusses* oleh O. Mohr (1874), dapat ditentukan dengan rumus pendekatan berikut :

$m + r = 2j$  , statis tertentu, stabilitas terpenuhi.

$m + r < 2j$  , tidak stabil

$m + r > 2j$  , statis tak tentu, stabilitas terpenuhi.

dimana,

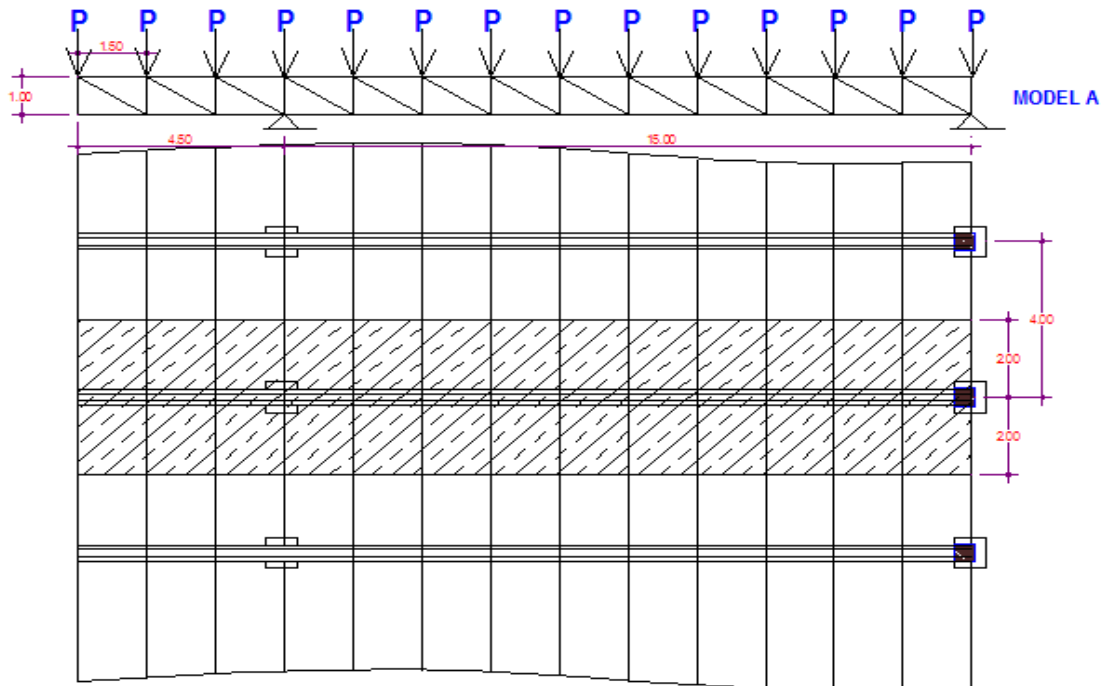
$m$  = jumlah batang

$r$  = banyaknya reaksi perletakan (untuk tumpuan sederhana,  $r = 3$ )

$j$  = jumlah titik buhul (joint)

Cek stabilitas struktur,  $m + r = (11+22+12) + (2+2) = 49 > 2.j = 2*24 = 48$

sehingga struktur statis tak tentu, stabilitas terpenuhi.

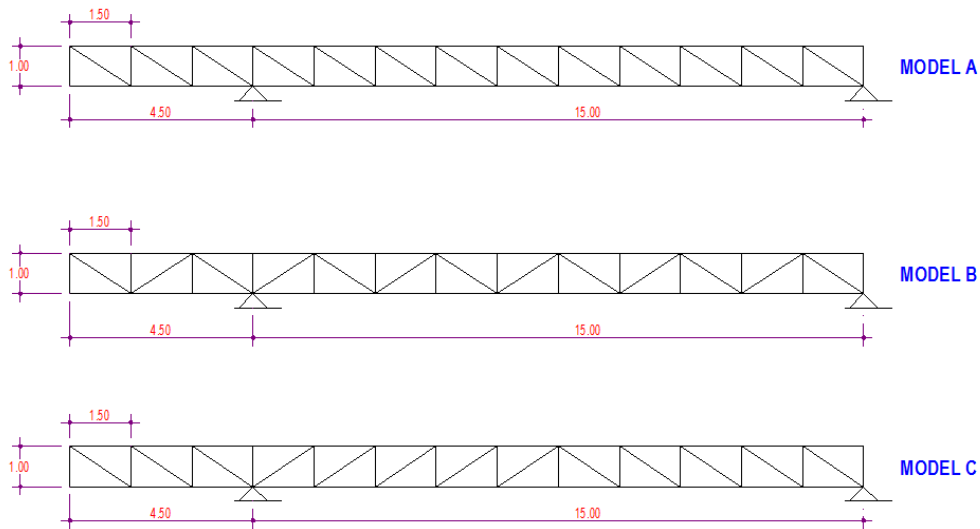


Gambar 2. Model yang akan Ditinjau

Diketahui	Batang diagonal (d)	= 13batang (l = 1,8 m)
	Batang atas / bawah	= 13 batang (l = 1,5 m)
	Batang vertikal (v)	= 14 batang (l = 1,0 m)

Penyelesaian tidak dapat dilakukan dengan metode konvensional cara analitis (*method of joints*) maupun grafis (*graphical solution of trusses*). Namun jika ingin dilakukan perhitungan tangan sebagai perbandingan dapat digunakan metode yang diajukan oleh S. Whipple (1847) dan L.Cremona (1872) tersebut dengan cara membuat salah satu tumpuan menjadi *rolled support* sehingga

jumlah total reaksi perletakan menjadi 3 yang tidak diketahui. Konfigurasi batang yang ditinjau ada 3 model, penggunaan software SAP2000 akan sangat membantu karena dengan cepat pengguna cukup sedikit memodifikasi batang diagonal sesuai dengan model yang diharapkan.



Gambar 3. Model yang akan Ditinjau

Pembebanan yang ditinjau yaitu akibat beban mati (*Dead Load*) dan beban hidup/tidak tetap (*Live Load*) serta beban angin (*Wind Load*).

1. Plafond termasuk rangka rusuk-rusuknya (eternit dari bahan semen asbes),  $W_{pfn} = 11 \text{ kg/m}^2$
2. Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng,  $W_{atp} = 10 \text{ kg/m}^2$
3. Rangka usuk, gordeng (perkiraan),  $W_{usgd} = 20 \text{ kg/m}^2$
4. Beban air hujan,  $W_{ahj} = 20 \text{ kg/m}^2$
5. Beban hidup akibat orang/pekerja,  $W_{horg} = 50 \text{ kg/m}^2$
6. Beban angin,  $W_{agn} = -0,4 \cdot 25 = 10 \text{ kg/m}^2$  (ditinjau tekan)

Perhitungan beban titik pada joint mengikuti konsep *tributary loaded areas* ditunjukkan pada gambar dengan daerah yang di arsir.

Jarak antar kuda-kuda rangka atap,  $L_{krka} = 4 \text{ m}$   
 jarak antar gordeng,  $L_{grd} = 1,5 \text{ m}$

Luas pembebanan,  $A_{ij} = 1,50 \cdot 4 = 6 \text{ m}^2$

Beban titik pada node/joint

$P_{pfn} = 11 \cdot 6 = 66 \text{ Kgf}$  ( $\frac{1}{2} P_{pfn} = 66/2 = 33 \text{ Kgf}$ )

$P_{atp} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ Kgf}$  ( $\frac{1}{2} P_{atp} = 60/2 = 30 \text{ Kgf}$ )

$P_{usgd} = 20 \cdot 6 = 120 \text{ Kgf}$  ( $\frac{1}{2} P_{usgd} = 120/2 = 60 \text{ Kgf}$ )

$P_{ahj} = 20 \cdot 6 = 120 \text{ Kgf}$  ( $\frac{1}{2} P_{ahj} = 120/2 = 60 \text{ Kgf}$ )

$P_{horg} = 50 \cdot 6 = 300 \text{ Kgf}$  ( $\frac{1}{2} P_{horg} = 300/2 = 150 \text{ Kgf}$ )

$P_{agn} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ Kgf}$  ( $\frac{1}{2} P_{agn} = 60/2 = 30 \text{ Kgf}$ )

Berat sendiri profil batang rangka diperhitungkan langsung sebagai selfweight dengan faktor 1,0, untuk kombinasi pembebanan yang ditinjau mengikuti metode perencanaan kondisi batas LRFD (*Load and Resistance Factor Design*) yaitu:

1,4D

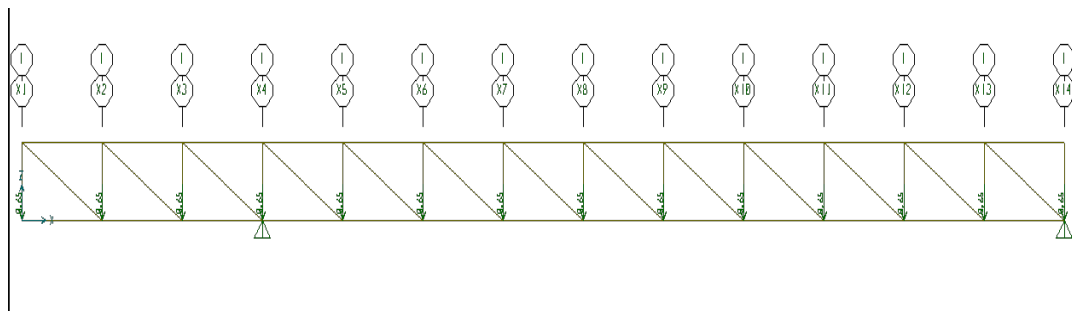
1,2D + 1,6L

1,2D + 0,5 L ± 0,8 Angin kanan / 1,2D + 0,5 L ± 0,8 Angin kiri

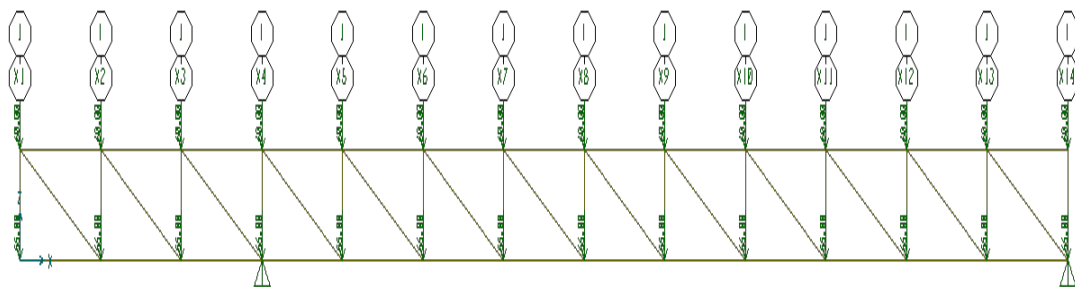
	Hasil penelitian	Nilai yg digunakan (SF=3)	Bentuk sampel
Berat Jenis	0.624505		bilah
Susut tebal KU - KT	4.24%		buluh
Susut lebar KU - KT	3.44%		buluh
MOR	914(kg/cm <sup>2</sup> )		bilah
MOE	116.169(kg/cm <sup>2</sup> )	116.000 (kg/cm <sup>2</sup> )	buluh
Teg Tekan //	373(kg/cm <sup>2</sup> )	124(kg/cm <sup>2</sup> )	buluh
Teg Tarik //	184(kg/cm <sup>2</sup> )	61 ((kg/cm <sup>2</sup> )	bilah
Teg geser	3.91 (kg/cm <sup>2</sup> )	1,3(kg/cm <sup>2</sup> )	bilah

Keterangan: SF = faktor keamanan  
 (Sumber : G. Bachtiar et al.)

Penampang profil yang digunakan untuk  
 estimasi awal yaitu diameter 6 cm

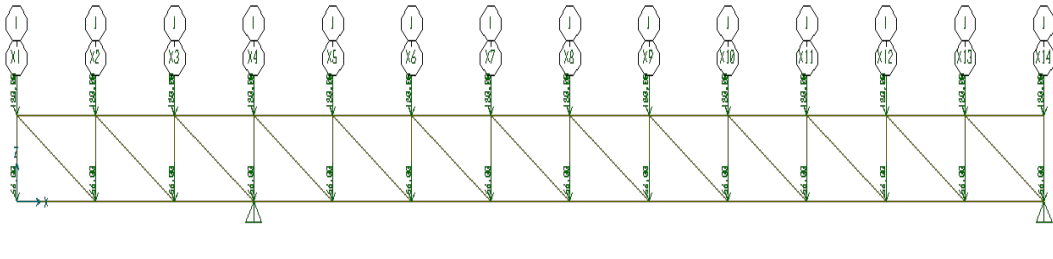


Gambar 4. Pemberian Beban Titik Akibat Berat Plafond

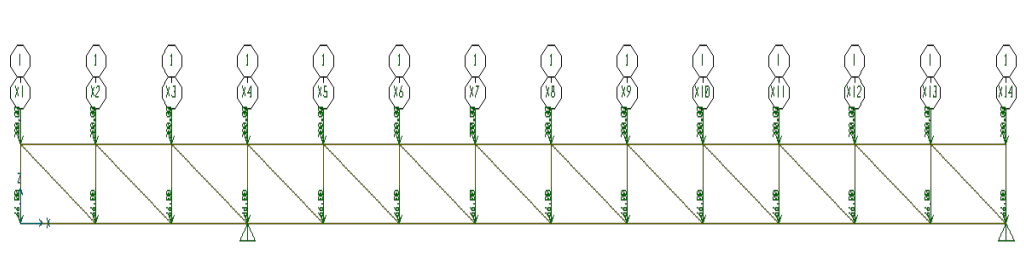


Gambar 5. Pemberian Beban Titik Akibat Berat Atap

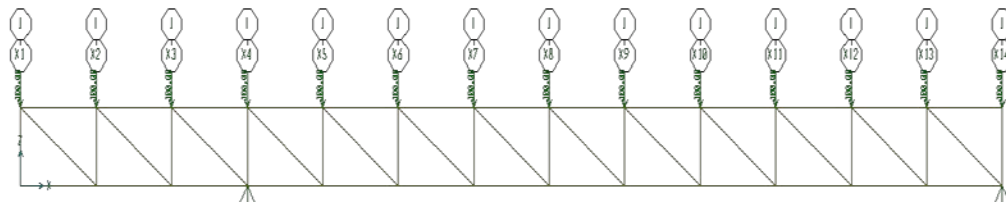
Konfigurasi Batang pada ... (Wisnu/ hal 173-183)



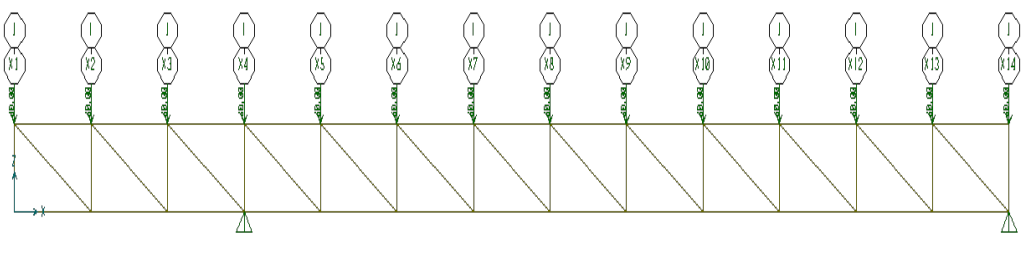
Gambar 6. Pemberian beban titik akibat berat gording



Gambar 7. Pemberian Beban Titik Akibat Berat Air Hujan



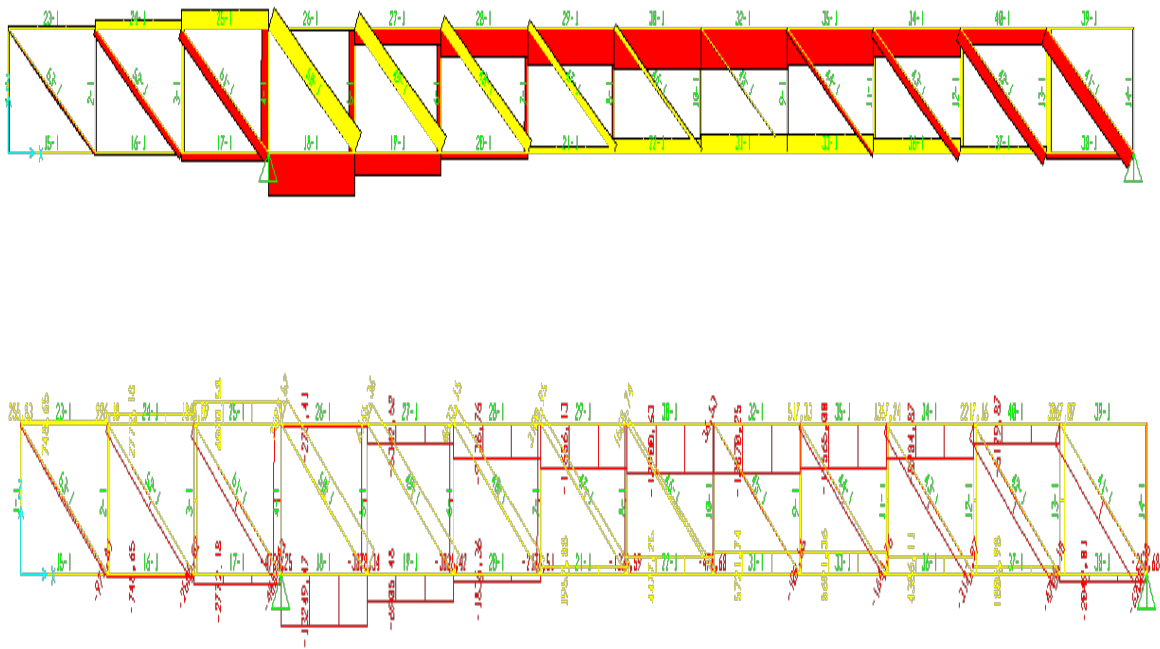
Gambar 8. Pemberian Beban Titik Akibat Berat Orang/ Pekerja



Gambar 9. Pemberian Beban Titik Akibat Berat Angin Tekan

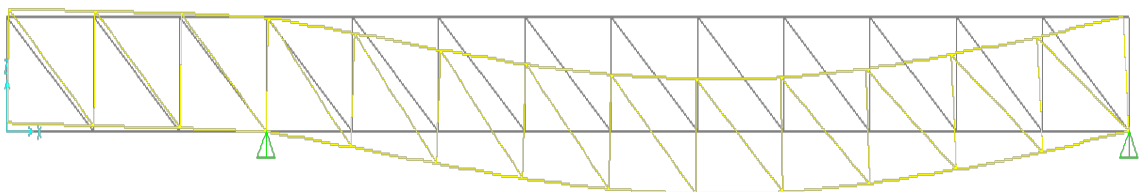
Setelah dilakukan analisa dari ketiga model tersebut, dengan menggunakan material bambu dan dimensi 60 mm didapat hasil

Konfigurasi Batang pada ... (Wisnu/ hal 173-183) sebagai berikut hasil keluaran diagram gaya aksial dan deformasi struktur ditampilkan sebagai berikut:



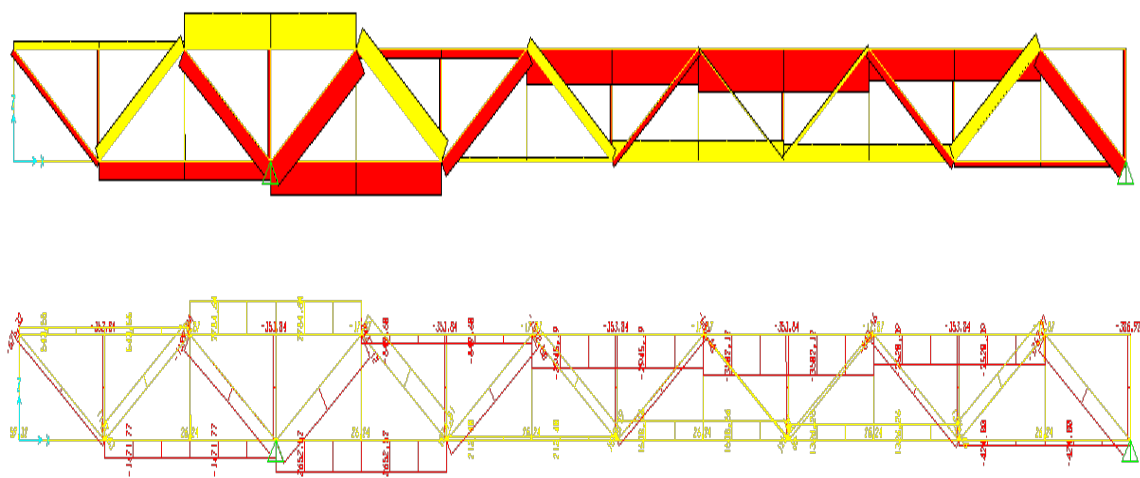
Keterangan : Warna merah = Tekan/ negatif (*compression*)  
 Warna kuning = Tarik/ Positif (*tension*)

Gambar 10. Diagram Aksial Beban Kombinasi Model A

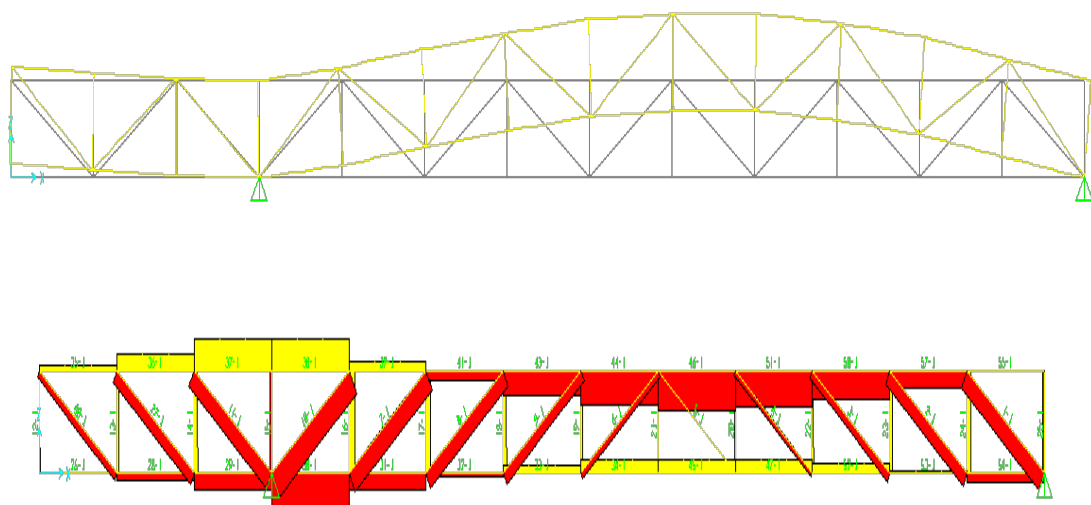


Gambar 11. Deformasi Struktur Akibat Beban Kombinasi Model A

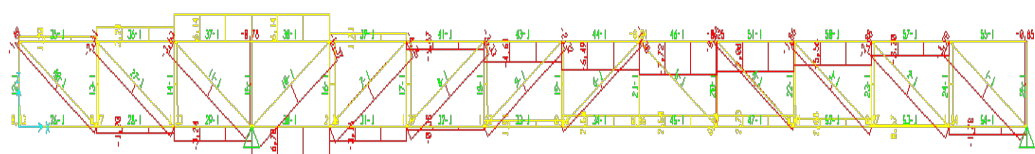




Gambar 12. Diagram Aksial Beban Kombinasi Model B



Gambar 13. Deformasi Struktur Akibat Beban Kombinasi Model B

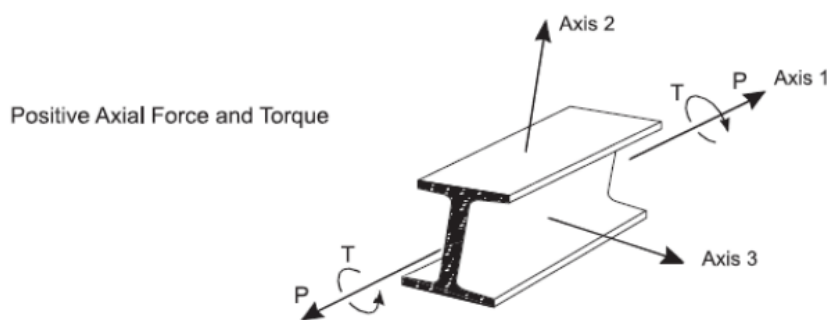


Gambar 14. Diagram Aksial Beban Kombinasi Model C

Analisa yang ditinjau adalah jenis analisa rangka atap bidang (*plane truss*) dengan 2 derajat ketidaktentuan kinematis (DOF's) 2 translasi tiap titik node. Pada SAP 2000 secara default batang adalah jenis frame yang mempunyai kekakuan lentur menahan momen, untuk kesesuaian ini dapat dilakukan dengan mengeset member end release pada  $M_{33}$  (major) pada kedua ujung member atau dengan cara lain merubah nilai Inersia Penampang  $I_x$  dan  $I_y$  menjadi nol (0).

Konfigurasi Batang pada ... (Wisnu/ hal 173-183)

Sebenarnya kondisi ini juga kurang realistis karena pada kenyataannya tergantung dari jenis sambungan yang digunakan pengaruh kekakuannya menahan lentur, dalam struktur baja apalagi menggunakan sambungan las maka akan cenderung moment resisting frames, akan tetapi dalam kasus ini konstruksi bambu menggunakan sambungan baut. Kondisi sambungan sesungguhnya berada diantara kedua keadaan tersebut.



(Computers and Structures Inc., 1998)

Gambar 15. Sistem Koordinat Persegi (*Cartesian*) dalam SAP 2000

Tabel 1. Hasil analisa ketiga model

Tinjauan	Gaya Aksial Terbesar Batang (kgf m)			
	Atas (a)	Bawah (b)	Diagonal (d)	Vertikal (v)
Model A	-3452,23	-3132,62	-1974,81	-298,73
Model B	-3502,12	-2652,52	-1974,81	-309,73
Model C	-3502,12	-3037,18	-2437,12	-1069,67

## SIMPULAN

Berdasarkan peninjauan beberapa model dari rangka atap dengan material bambu menunjukkan bahwa untuk kriteria kekakuan maka konfigurasi batang diagonal pada Model C yang menunjukkan prediksi defleksi vertikal arah z yang kecil. Sedangkan untuk kriteria efisiensi batang ditinjau dari gaya batang tekan (*compression*) karena pengaruh tekuk (*buckling*), dari berbagai model dipilih yang terkecil. Tabel di atas menunjukkan bahwa konfigurasi batang diagonal pada Model A

menghasilkan nilai yang terkecil. Berdasarkan tinjauan beberapa model tersebut, dapat dipahami bahwa konfigurasi batang yang bertemu pada tumpuan joint yang di restraint apabila semakin banyak batang yang bertemu tersebut maka struktur rangka akan semakin kaku serta penyebaran tegangan aksial batang akan lebih merata dan mengecil..

Konfigurasi Batang pada ... (Wisnu/ hal 173-183)

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Dwi Istianingsih et al. *Bambu Untuk bangunan Tahan Gempa*. Teodolita Vol.9, No.2., Desember 2008.
- [2] Computers and Structures Inc., 1998, *SAP2000 – Basic Analysis Reference*, Berkeley California
- [3] Frick Heinz, 2013. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*. Kanisius. Yogyakarta.
- [4] G. Bachtiar et al. *Perancangan Sambungan Bambu untuk Komponen Rangka Batang Ruang*. Jurnal Teknik Sipil, vol. 8, Desember 2007.
- [5] Wiryanto, D. 2013. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP 2000*. Lumina Press: Jakarta.