

SKRIPSI

STUDI ANALISIS STRUKTUR BAJA *DOUBLE LAYER*
PADA GEDUNG AUDITORIUM



CHRISTIAN IRWAN SANJAYA

NPM : 2014410082

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T.

KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, S.T,M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS STRUKTUR BAJA *DOUBLE LAYER*
PADA GEDUNG AUDITORIUM**



CHRISTIAN IRWAN SANJAYA

NPM : 2014410082

BANDUNG, 28 JUNI 2018

Ko- Pembimbing

Pembimbing

Wivia Octarena Nugruho, S.T,M.T.

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS
TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/A&-XVI/S/XXI/2013)

BANDUNG

JUNI 2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Christian Irwan Sanjaya

NPM : 2014410082

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**STUDI ANALISIS STRUKTUR BAJA *DOUBLE LAYER* PADA GEDUNG AUDITORIUM**” adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 28 Juni 2018



Christian Irwan Sanjaya

NPM : 2014410082

STUDI ANALISIS STRUKTUR BAJA *DOUBLE LAYER* PADA GEDUNG AUDITORIUM

Christian Irwan Sanjaya

NPM : 2014410082

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T.

KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, S.T,M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018

ABSTRAK

Bangunan unik adalah salah satu tantangan dalam dunia konstruksi. Salah satunya adalah bangunan *auditorium*. Dalam pembahasannya divariasikan struktur penyusun rangka *auditorium* dengan tiga model batang sekunder, yaitu Model 1, Model 2, dan Model 3 dan dianalisis untuk menentukan efektifitas masing-masing model struktur dari gaya dalam, tegangan pada batang, dan lendutan. Masing-masing model memiliki ketinggian gedung yang sama yaitu 10,724 meter. Dari hasil analisis didapat bahwa gaya dalam aksial Tarik dan Tekan terbesar dari ketiga model adalah sebesar 305,32 kN dan -448,543 kN. Tegangan maksimum pada Model 1 sebesar 167,221 N/mm². Lendutan maksimum terbesar diperoleh dari Model 3 sebesar 1,515cm. Dari hasil analisa disimpulkan bahwa variasi batang sekunder tidak berpengaruh besar terhadap gaya dalam, tegangan, dan lendutan karena memiliki selisih yang kecil yaitu berkisar 1-3 %

Kata kunci : Struktur baja, auditorium, space truss, variasi batang sekunder, lendutan, tegangan

STUDY OF STEEL STRUCTURAL DOUBLE LAYER ANALYSIS ON AUDITORIUM BUILDING

Christian Irwan Sanjaya

NPM : 2014410082

ADVISOR : Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T.

KO-ADVISOR: Wivia Octarena Nugroho, S.T,M.T.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING**

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNE 2018

ABSTRACT

Unique buildings are one of the challenges in the world of construction. One of them is the auditorium building. In the discussion, the structure of the auditorium framework is divided into three models of the secondary rods, namely Model 1, Model 2, and Model 3 and analyzed to determine the effectiveness of each structural model of the inner force, the stress in the rod, and the deflection. Each model has the same height of the building that is 10,724 meters. From the analysis results obtained that the force in the largest axial Pull and Press of the three models is 305.32 kN and -448,543 kN. The maximum tension in Model 1 is 167,221 N / mm². The largest maximum deflection obtained from Model 3 is 1.515cm. From the analysis result, it can be concluded that the secondary rod variation does not have a big effect on the internal force, stress, and deflection because it has a small difference of 1-3%.

Keywords: Steel Structure, Auditorium, Space truss, secondary rod variations, deflection. stress.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Analisis Struktur Baja Double Layer Pada Gedung Auditorium*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak pengetahuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Wivia Octarena Nugroho, S.T,M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak pengetahuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan dalam bidang teknik sipil serta dedikasi mengajar selama masa perkuliahan.
4. Papa dan Mama yang terus memotivasi dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi. Seluruh perhatiannya mendorong penulis untuk merampungkan proses skripsi yang panjang ini.
5. Sahabat-sahabat seperjuangan, Trio Masketir, Grup ica-ica, Liyans Alfian Toisuta, Yongki Wijaya, dan Michael Geraldo Florenta yang terus memotivasi dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi. Seluruh perhatiannya mendorong penulis untuk merampungkan proses skripsi yang panjang ini.
6. Teman-teman seperjuangan kuliah, teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014, yang berjuang bersama-sama menempuh pendidikan di UNPAR.
7. Pihak-pihak lain yang telah berkontribusi dalam pengerjaan skripsi ini. Mohon maaf apabila penulis tidak dapat menyebutkannya satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menambah pengetahuan bagi pihak yang membacanya.

Bandung, Juni 2018

A handwritten signature in black ink, reading "Christian". The signature is written in a cursive style with a large initial 'C'.

Christian Irwan Sanjaya

NPM : 2014410082

Daftar Isi :

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
Daftar Isi :	v
Daftar Notasi Singkat.....	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
BAB 1	1-1
PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Masalah	1-1
1.3 Tujuan Penulisan.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metode Penulisan.....	1-7
BAB 2	2-1
TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Konstruksi Baja.....	2-1
2.1.1 Gaya Batang.....	2-1
2.1.2 Kriteria Desain Rangka Batang.....	2-1
2.1.3 Double Layer	2-1
2.1.4 Defleksi	2-2
2.2 Pembebanan Struktur	2-3
2.2.1 Beban Mati dan <i>Collateral Loads</i> (Beban Mati Tambahan SIDL).....	2-3
2.2.2 Beban Hidup	2-3
2.2.3 Beban Gempa.....	2-5
2.2.4 Beban Angin	2-16

2.3 Kombinasi Pembebanan.....	2-20
2.4 Jenis-Jenis Profil Baja Struktur	2-22
BAB 3.....	3-1
Studi Kasus.....	3-1
3.1 Data Bangunan	3-1
3.1.1 Data Geometri	3-1
3.1.2 Data Material.....	3-1
3.2 Pembebanan Struktur	3-4
3.3 Kombinasi Pembebanan.....	3-12
BAB 4.....	4-1
PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS.....	4-1
4.1 Perilaku Struktur	4-1
4.1.1 Struktur Model 1	4-3
4.1.2 Struktur Model2	4-3
4.1.3 Struktur Model3	4-4
4.2 Perbandingan.....	4-5
4.2.1 Perbandingan Modal Partisipasi Mass Ratio.....	4-5
4.2.2 Perbandingan Berat Struktur	4-6
4.2.3 Syarat Drift Maksimum.....	4-6
4.2.4 Syarat Lendutan Maksimum	4-7
4.2.5 Tegangan Smax dan Smin.....	4-9
4.3 Perbandingan Model Terbaik [Model 3] dengan <i>Monobeam</i>	4-11
4.3.1 Perbandingan Modal Partisipasi Mass Ratio.....	4-13
4.3.2 Perbandingan Berat Struktur	4-13
4.3.3 Syarat Drift Maksimum.....	4-14
4.3.4 Syarat Lendutan Maksimum	4-15
4.3.5 Tegangan Smax dan Smin.....	4-15
BAB 5.....	5-1

KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-1
Daftar Pustaka :.....	1
LAMPIRAN 1.....	L-2
CONTOH PERHITUNGAN BATANG TARIK DAN BATANG TEKAN.....	L-2
LAMPIRAN 2.....	L-6
TABEL DIMENSI PROFIL HSS PT.BEYOND-NUSANTARA.....	L-6
LAMPIRAN 3.....	L-8
FAKTOR SKALA GEMPA	L-8
LAMPIRAN 4.....	L-11
STRUKTUR MONOBEAM.....	L-11

Daftar Notasi Singkat

MBS	: <i>Metal Building System</i>
AISC	: <i>American Institute of Steel Construction</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
m	: meter
mm	: milimeter
DL	: <i>Dead Load</i> (Beban Mati)
LL	: <i>Live Roof</i> (Beban Hidup Atap)
W	: <i>Wind Load</i> (Beban Angin)
E	: <i>Earthquake</i> (Beban Gempa)
E_h	: Pengaruh beban gempa horisontal
E_v	: Pengaruh beban gempa vertikal
ρ	: Faktor redundansi
Q_E	: Pengaruh gaya gempa horizontal
DL	: Dead Load (Beban Mati)
Lroof	: Live Roof (Beban Atap)
W_x, W_y	: Wind Load (Beban Angin)
S_s	: parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek
S_1	: parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik
F_a	: koefisien situs
F_v	: koefisien situs
R	: koefisien modifikasi respons

S_{DS}	: parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek
S_{D1}	: parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik
SRPMB	: Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa
SRPMK	: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
SRPMM	: Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah
T	: perioda getar fundamental struktur
Kzt	: Faktor Topografi
K1	: Faktor untuk memperhitungkan bentuk fitur topografis dan pengaruh peningkatan kecepatan maksimum
K2	: factor untuk memperhitungkan reduksi dalam peningkatan kecepatan sehubungan dengan jarak ke sisi angin datang atau ke sisi angin pergi dari punca.
K3	: Faktor untuk memperhitungkan reduksi dalam peningkatan kecepatan sehubungan dengan ketinggian di atas elevasi kawasan setempat.
Cd	: Faktor Pembesaran Defleksi
G	: faktor efek tiup angin
Cp	: koefisien tekanan eksternal
GCPI	: kombinasi factor efek tiup dan koefisien tekanan internal
Kz	: koefisien eksposur tekanan velositas pada ketinggian z
Z	: ketinggian di atas level tanah
H _z	: tinggi bangunan

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Tampak 3D Model 1	1-3
Gambar 1. 2 Potongan melintang Model 1	1-3
Gambar 1. 3 Gambar detail rangka model 1	1-4
Gambar 1. 4 Tampak 3D Model 2	1-4
Gambar 1. 5 Potongan melintang Model 2	1-5
Gambar 1. 6 Gambar detail rangka model 2	1-5
Gambar 1. 7 Tampak 3D Model 3	1-6
Gambar 1. 8 Potongan melintang Model 3	1-6
Gambar 1. 9 Gambar detail rangka model 3	1-7
Gambar 2. 1 Variasi pola grid lapisan atas dengan lapisan bawah	2-2
Gambar 2. 2 Spektrum Respons Desain, SNI 1726:2012	2-13
Gambar 2. 3 Garis Besar Proses untuk Menentukan Beban Angin	2-16
Gambar 2. 4 Gambar Profil Penampang Baja	2-23
Gambar 2. 5 Gambar Profil HSS (<i>Hollow Structural Section</i>)	2-23
Gambar 3. 1 Ketentuan Dimensi Profil Baja SHS	3-2
Gambar 3. 2 Tampak Depan Model 1	3-3
Gambar 3. 3 Tampak Depan Model 2	3-3
Gambar 3. 4 Tampak Depan Model 3	3-4
Gambar 3. 5 Posisi Beban SDL (Superimpose Dead Load), untuk Model 1, Model 2, Model 3	3-6
Gambar 3. 6 Beban Hidup Lr1 untuk Model 1, Model 2, Model 3	3-6
Gambar 3. 7 Beban Hidup Lr2 untuk Model 1, Model 2, Model 3	3-7
Gambar 3. 8 Beban Hidup LL untuk Model 1, Model 2, Model 3	3-7
Gambar 3. 9 <i>Show Local Axes Area</i>	3-8
Gambar 3. 10 Pemisalan Angin Datang	3-9
Gambar 3. 11 Desain Spektra Indonesia untuk kota Samarinda (http://puskim.pu.go.id/)	3-11
Gambar 4. 1 (a) Grouping 1-4 dan 7-8 untuk model 1 - 3	4-2
Gambar 4. 1 (b) Grouping 5-6 dan 8 untuk model 1 - 3	4-2
Gambar 4. 2 Batang Tarik dan Batang Tekan Maksimum Model 1	4-3
Gambar 4. 3 Batang Tarik dan Batang Tekan Maksimum Model 2	4-4

Gambar 4. 4 Batang Tarik dan Batang Tekan Tekan Maksimum Model 3	4-4
Gambar 4. 5 indeks <i>drift vertical</i> maksimum untuk Model2 dan Model3	4-8
Gambar 4. 6 Indeks <i>drift vertical</i> maksimum untuk Model 1	4-9
Gambar 4. 7 Tegangan Maksimum dan Minimum untuk Model 1	4-10
Gambar 4. 8 Tegangan Maksimum dan Minimum untuk Model 2	4-10
Gambar 4. 9 Tegangan Maksimum dan Minimum untuk Model 3	4-11
Gambar 4. 10 Tampak 3D Struktur Monobeam	4-11
Gambar 4. 11 Tampak Depan Struktur Monobeam	4-12
Gambar 4. 12 Potongan Melintang Struktur Monobeam	4-12

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	2-4
Tabel 2. 2 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	2-6
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa.....	2-8
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs, SNI 1726-2012	2-9
Tabel 2. 5 Koefisien Situs Fa, SNI 1726:2012	2-11
Tabel 2. 6 Koefisien Situs Fv, SNI 1726:2012.....	2-12
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, SNI 1726:2012	2-14
Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, SNI 1726:2012	2-14
Tabel 2. 9 Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa, SNI 1726:2012	2-15
Tabel 2. 10 Faktor Arah Angin, Kd.....	2-17
Tabel 2. 11 Pengali Topografi untuk eksposur.....	2-19
Tabel 2. 12 Koefisien tekanan Internal.....	2-20
Tabel 2. 13 Minimum <i>Tensile properties of HSS and Pipe Steels</i>	2-23
Tabel 3. 1 Ukuran Profil Baja yang digunakan	3-2
Tabel 3. 2 Beban SDL(Superimpose Dead Load), jenis A.....	3-5
Tabel 3. 3 Beban SDL (Superimpose Dead Load), Jenis B	3-5
Tabel 4. 1 Jenis Grouping dan Profil yang digunakan	4-1
Tabel 4. 2 Perbandingan Berat Model 1, Model 2, dan Model 3	4-6
Tabel 4. 3 Indeks Drift Akibat Beban Angin.....	4-6
Tabel 4. 4 Indeks Drift Akibat Beban Seismik.....	4-7
Tabel 4. 5 Indeks Drift Vertikal.....	4-7
Tabel 4. 6 Tegangan Smax dan Smin Model 1, Model 2, Model 3.....	4-9
Tabel 4. 7 Perbandingan Berat Struktur <i>Monobeam</i> dan Model 3	4-14
Tabel 4. 8 Indeks Drift Akibat Beban Angin.....	4-14
Tabel 4. 9 Indeks Drift Akibat Beban Seismik.....	4-14
Tabel 4. 10 Indeks Drift Vertikal	4-15
Tabel 4. 11 Tegangan Smax dan Smin Monobeam, Model 3	4-15

Daftar Lampiran

Lampiran 1 Contoh Perhitungan Batang Tarik Dan Batang Tekan

Lampiran 2 Tabel Dimensi Profil HSS PT.Beyond-Nusantara

Lampiran 3 Faktor Skala Gempa

Lampiran 4 Struktur Monobeam

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu Teknik sipil telah berkembang mencapai tahapan dimana konstruksi-konstruksi bangunan yang sebelumnya dianggap mustahil, sekarang dapat dilakukan. Salah satunya adalah bangunan Auditorium L'Aquila Renzo Piano di kota L'Aquila, Italia

Struktur baja adalah salah satu pilihan sistem rangka yang baik untuk membangun Auditorium. Penggunaan material baja dalam struktur memberikan banyak keuntungan. Kelebihan material baja adalah memiliki kuat tarik yang tinggi, pengerjaan lebih cepat, kualitas mutu terjaga, tidak dipengaruhi iklim dan dapat dibongkar kembali.

Auditorium memiliki beberapa bentuk, antara lain:(1) Format *Proscenium*,(2) Format *Arena*, (3)Format *Open-trust*, (4)Format Gabungan(*Multiform*), (5)Format *Multiuse*. L'Aquila Renzo Piano merupakan suatu Auditorium yang berada di kota L'Aquila, Italia yang mengikuti bentuk format *arena*. Format *Arena* adalah teater yang memiliki bentuk dan letak panggung ditengah auditorium dan dikelilingi penonton. Bentuk ini lebih murah dalam pelaksanaannya karena meniadakan bentuk dekorasi latar belakang panggung. Bentuk struktur L'Aquila Renzo Piano ini menjadi konsep awal studi kasus dalam penelitian ini.

1.2 Inti Masalah

Dalam membangun struktur Auditorium harus mempertahankan syarat kekuatan, kekakuan, kestabilan, keamanan, ekonomis (optimum) dan tentunya tidak menghilangkan nilai estetika bangunan tersebut. Dari bentuk Auditorium L'Aquila Renzo Piano yang didesain arsitek, akan dibandingkan tiga tipe konfigurasi pola *Space Truss* penyusun terhadap kekuatan struktur.

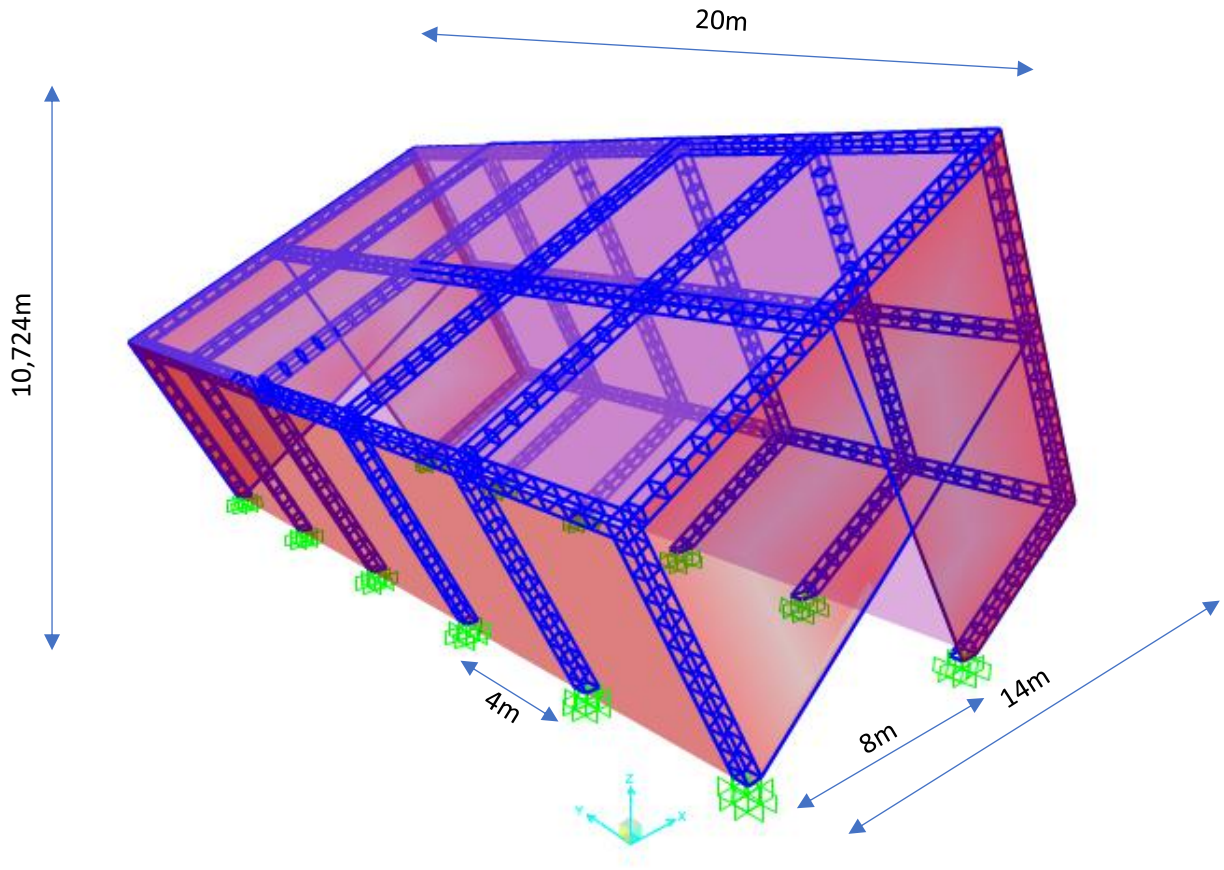
1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah menganalisis dari tiga tipe variasi *Space Truss* penyusun dengan membandingkan perilaku struktur yang terjadi dan berat baja yang diperlukan pada masing-masing tipe akibat beban gravitasi, beban angin, dan beban gempa, sehingga didapat konfigurasi struktur yang efektif dan efisien.

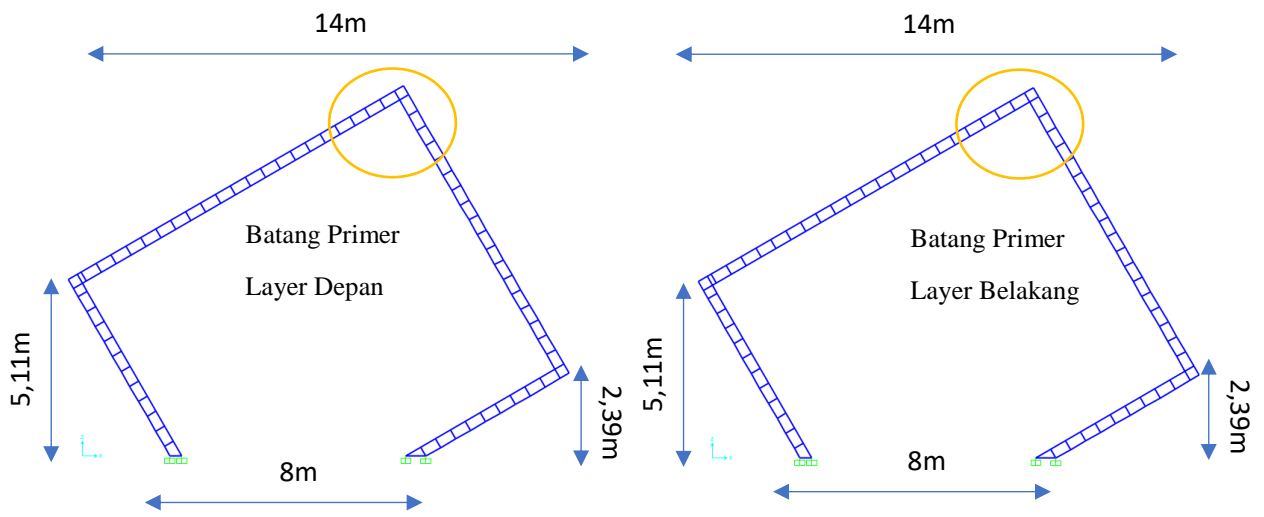
1.4 Pembatasan Masalah

Dalam skripsi ini akan dibahas antara lain :

1. Auditorium dengan tinggi bangunan adalah 10,724m, struktur rangka baja *double layer*. Lokasi bangunan terletak di Samarinda, Kalimantan Timur.
2. Struktur Rangka Baja dengan sistem struktur rangka baja adalah *Ordinary Moment Frame* [OMF]
3. Menggunakan profil baja SHS (*Square Hollow Section*)
4. Variasi batang diagonal yang ditinjau ada 3 tipe, yaitu Model 1, Model 2, Model 3, seperti struktur pada Gambar 1.1 – Gambar 1.9. Dengan perbedaan pada Batang Primer, Batang Sekunder Layer Depan dan Batang Sekunder Layer Belakang.
5. Beban yang diperhitungkan terdiri dari beban gravitasi, beban angin, dan beban gempa.
6. Analisis menggunakan SAP2000
7. Desain sambungan dan pondasi tidak diperhitungkan
8. Acuan peraturan yang digunakan dalam skripsi ini adalah MBS (*Metal Building System*)-04, AISC 360-10, ASCE 7, SNI 1729-2015, SNI 1726-2012, SNI 1727-2013

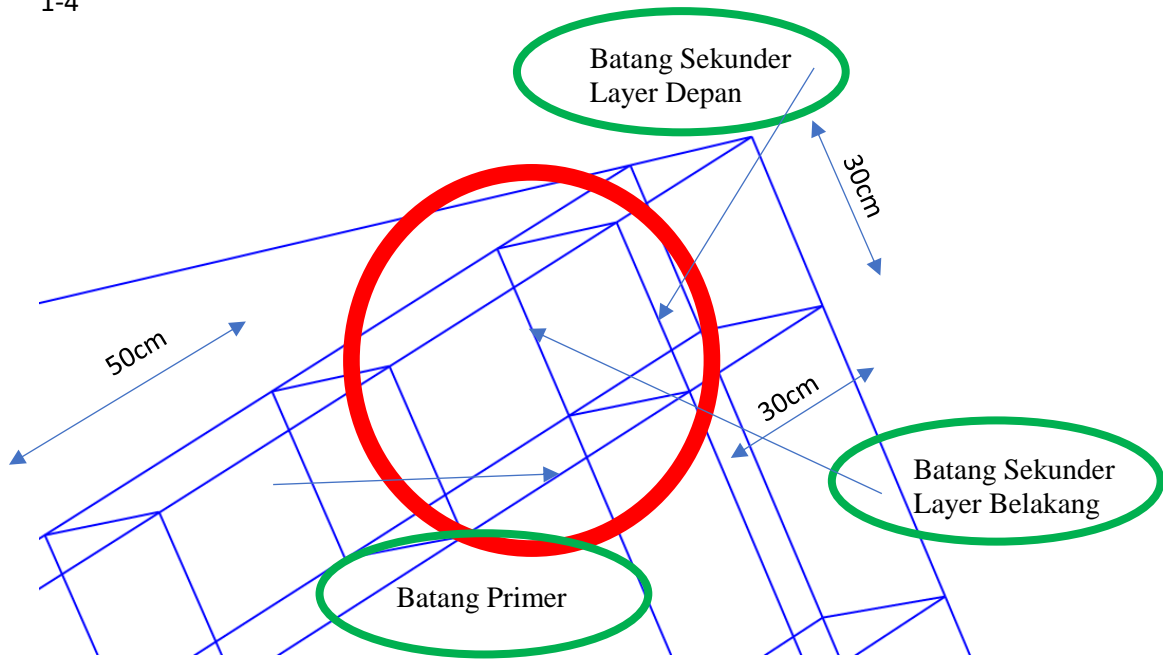


Gambar 1. 1 Tampak 3D Model 1

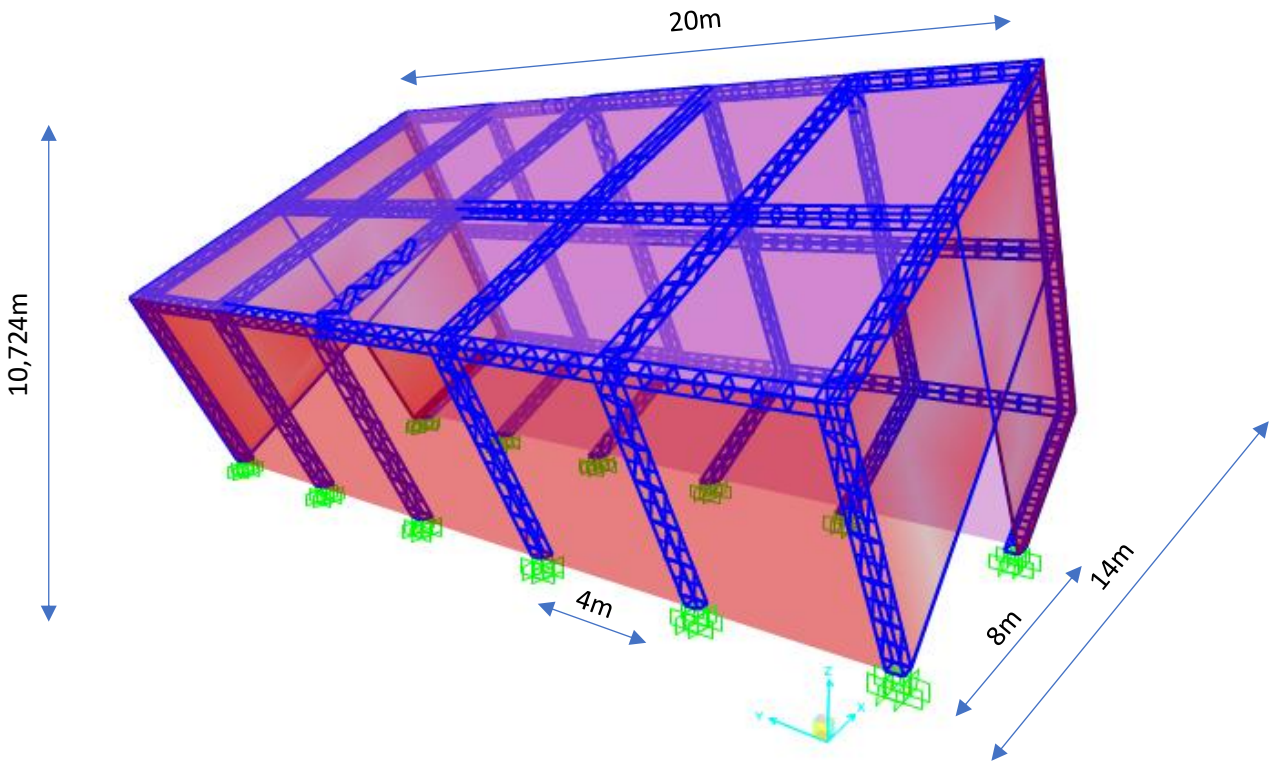


Gambar 1. 2 Potongan melintang Model 1

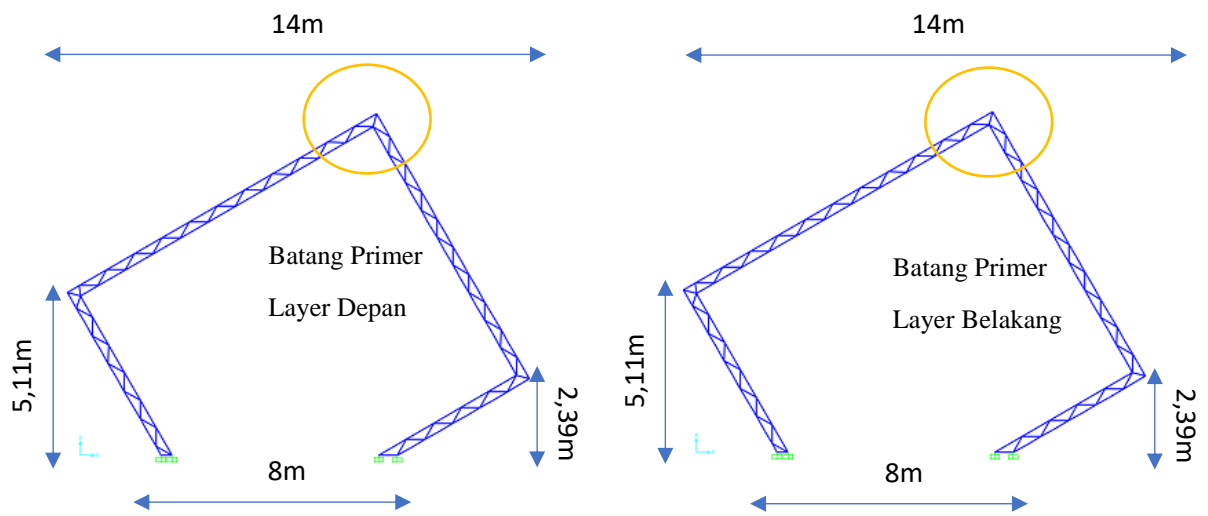
Catatan: Batang primer layer depan, sama dengan batang primer layer belakang



Gambar 1. 3 Gambar detail rangka model 1

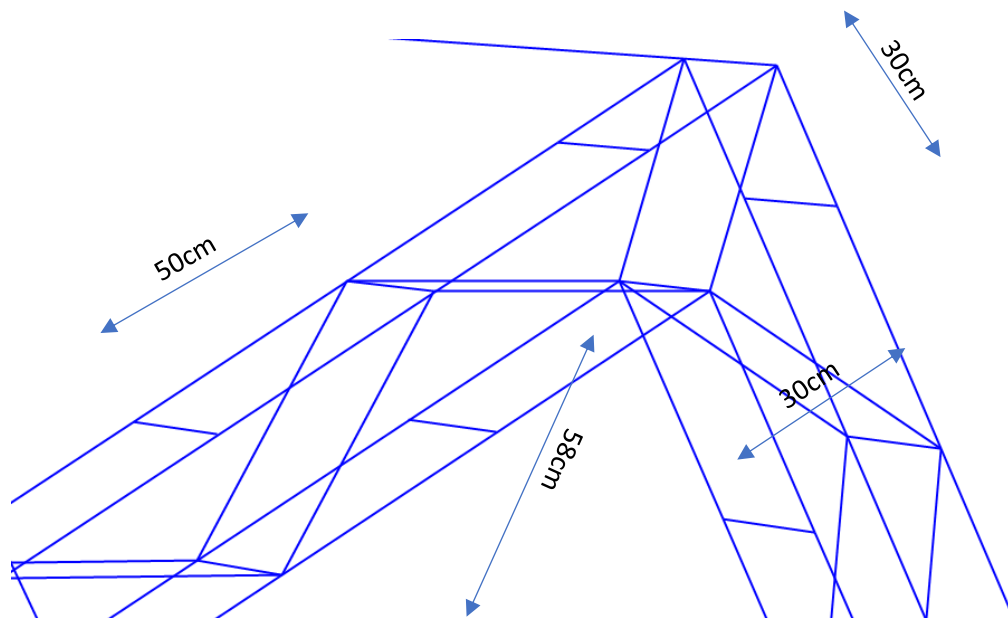


Gambar 1. 4 Tampak 3D Model 2

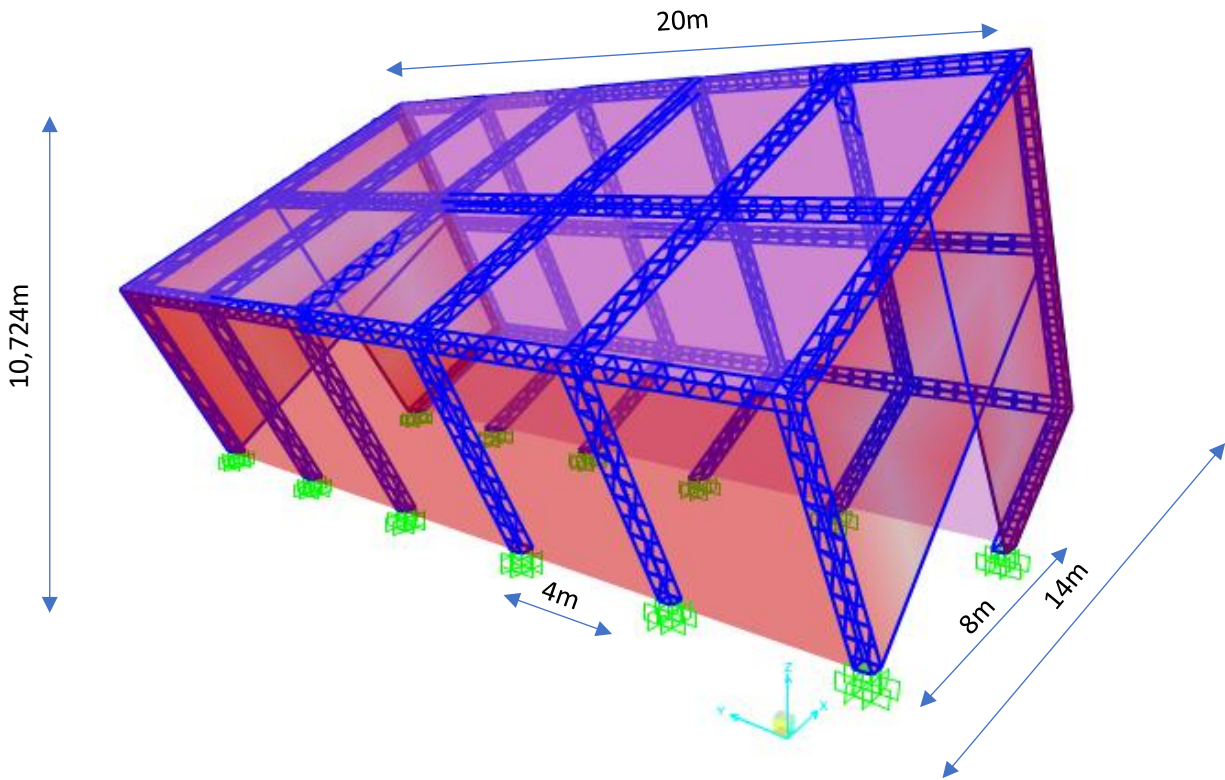


Gambar 1. 5 Potongan melintang Model 2

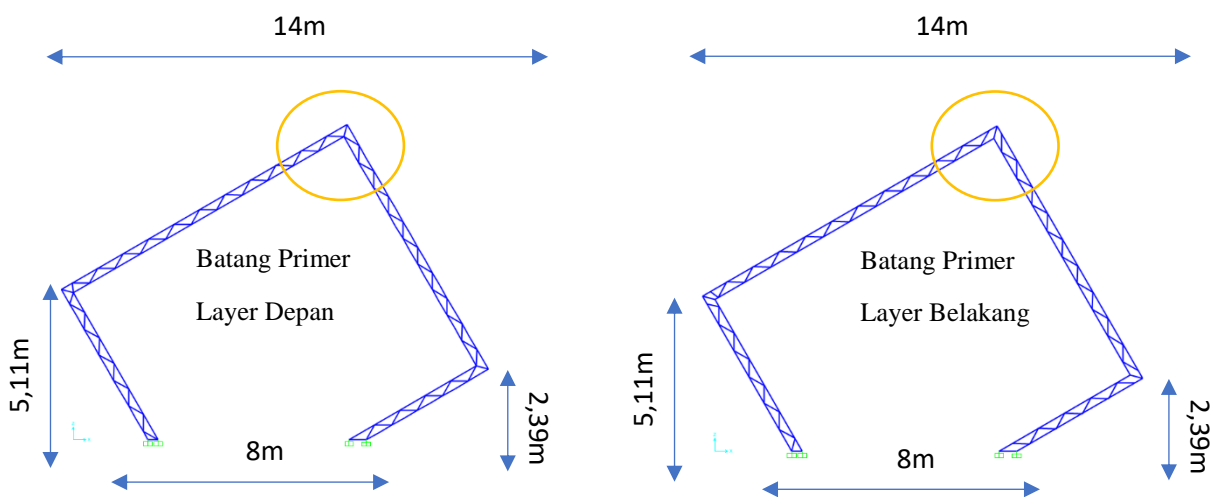
Catatan: Batang primer layer depan, sama dengan batang primer layer belakang



Gambar 1. 6 Gambar detail rangka model 2

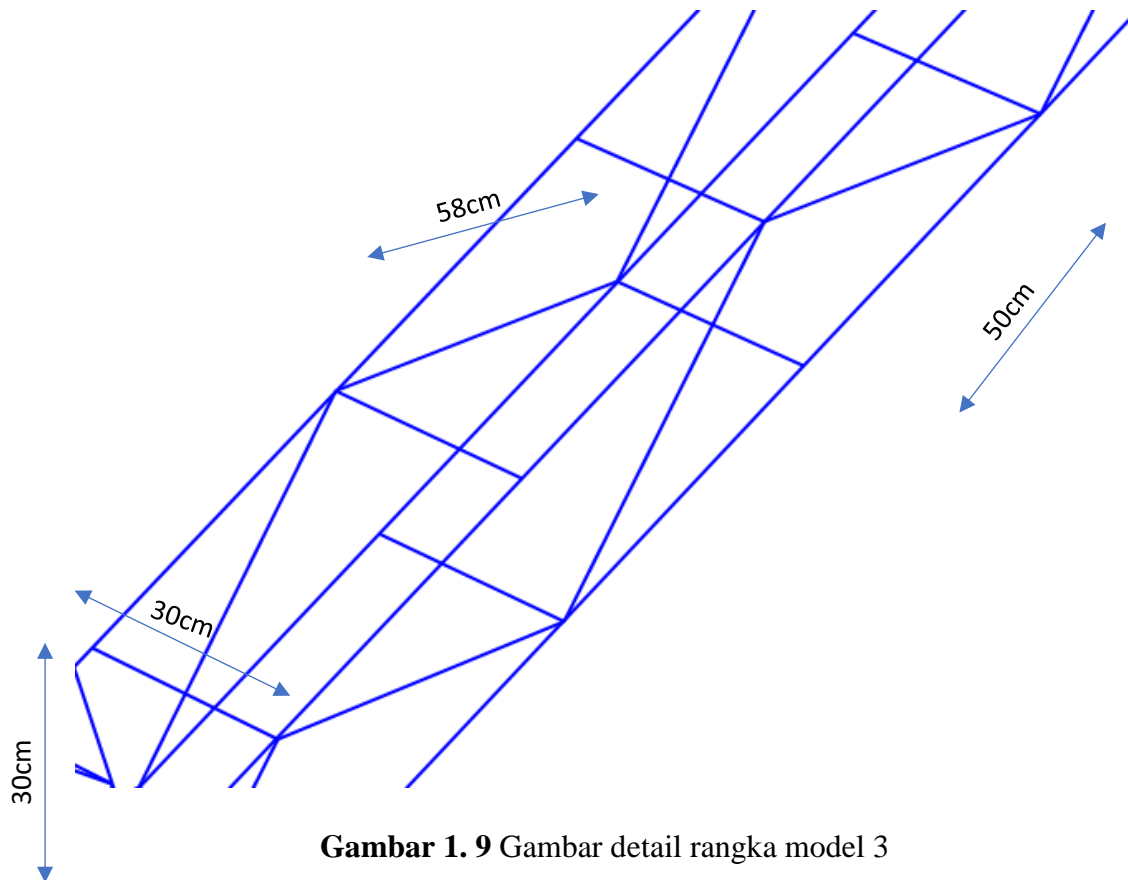


Gambar 1. 7 Tampak 3D Model 3



Gambar 1. 8 Potongan melintang Model 3

Catatan: Batang primer layer depan, tidak sama dengan batang primer layer belakang



Gambar 1. 9 Gambar detail rangka model 3

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan :

1. Studi Pustaka

Melakukan kajian dari beberapa literatur, jurnal-jurnal yang bersumber dari internet yang tercantum pada daftar pustaka.

2. Studi Analisis

Program yang digunakan adalah SAP2000, Microsoft Excel, dan Mathcad.

