

PERENCANAAN STRUKTUR & PONDASI GAS COMPRESSOR SHELTER STASIUN GAS BETUNG PENDOPO FIELD, PT. PERTAMINA EP ASSET 2 SUMATERA SELATAN

Puput Triwidodo, Agung Kristiawan, Ibnu Toto Husodo

Teknik Sipil, Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Email : puputtriwidodo@gmail.com

Abstrak

Perencanaan Struktur dan Pondasi *Gas Compressor Shelter* Stasiun Gas Betung Pendopo Field Pertamina Asset 2 bertujuan untuk *Upgrading* fasilitas dalam rangka meningkatkan produksi dari Stasiun Gas Pendopo. Bangunan Shelter Gas Compressor ini didesain Kuat dan Tegar dengan menggunakan Struktur Baja SS400. Kolom Struktur H Beam 400x400x13x21, Rafter struktur WF 400x200x9x14. Pada bangunan *Gas Compressor shelter* ini terdapat mechanical equipment Hoist Crane dengan Kapasitas 10 Ton yang bertumpu pada Beam WF-700x300x13x24. Pondasi Bangunan ini menggunakan Pondasi Dalam menggunakan Square Pile ukuran 250x250 mm sedalam 15 meter. Mutu beton untuk pondasi *Gas Compressor Shelter* menggunakan mutu beton K-350. Dari perencanaan diatas dapat disimpulkan telah memenuhi syarat dan ketentuan yang ada pada peraturan dan standar indonesia.

Kata Kunci : Perencanaan Struktur, *Gas Compressor Shelter*, Struktur Baja, Pondasi Dalam, Kolom, Rafter, Balok.

Abstract

Planning for the Structure and Foundation of the Gas Compressor Shelter Betung Gas Station Pendopo Field Pertamina Asset 2 aims to upgrade facilities in order to increase production from the Pendopo Gas Station. This Gas Compressor Shelter Building is designed to be Strong and Rigid using SS400 Steel Structure. H beam structure column 400x400x13x21, WF structure rafter 400x200x9x14. In the Gas Compressor shelter building there is a Hoist Crane mechanical equipment with a capacity of 10 Tons which is based on the Beam WF-700x300x13x24. The foundation of this building uses deep foundations using square piles measuring 250x250 mm as deep as 15 meters. The quality of concrete for the foundation of the Gas Compressor Shelter uses K-350 concrete quality. From the planning above, it can be concluded that it has fulfilled the terms and conditions in Indonesian regulations and standards.

Keywords : *Structural Planning, Gas Compressor Shelter, Steel Structure, Deep Foundation, Column, Rafter, Beam.*

I. PENDAHULUAN

Stasiun Pengumpul Gas Betung merupakan stasiun pembangkit gas di dalam area operasi lapangan pendopo aset 2 pertamina EP dengan produksi harian rata-rata 20 MMSCFD. Konsumen utama gas dari Betung adalah wilayah industri di daerah Provinsi Sumatera

Selatan. produksi gas betung termasuk dalam tekanan rendah (LP).

Stasiun ini berdiri sejak Tahun 1979 dengan Produksi Paling puncak saat itu adalah 90 MMSCFD. Seiring dengan berjalannya waktu target rata-rata produksi Harian 20 MMSCFD saat ini sering tidak tercapai. PT. Pertamina EP Asset 2 berinisiatif untuk melakukan



penaikan produksi gas dengan membangun sistem Gas Kompresi di wilayah betung dengan menggunakan 3 Mesin Gas Kompresor dengan kapasitas 3 x 5 MMSCFD. Diarpkan dari pembuatan fasilitas Gas Compressor ini akan mengembalikan produksi harian rata-rata menjadi 20 MMSCFD lagi.

Stasiun Pengumpul (SP) Betung merupakan salah satu stasiun pengumpul minyak dan gas yang berada di wilayah kerja PT Pertamina EP Asset 2, Field Pendopo. Produksi gas SP Betung saat ini bertekanan rendah (Low Pressure Gas) dan hasil produksi sumur-sumur gas Betung akan dinaikkan tekanannya menggunakan Gas Compressor setelah itu gas akan masuk ke jaringan gas sales untuk dikirim ke customer di wilayah Sumatera Selatan. Untuk memenuhi kebutuhan fasilitas Gas Compressor, maka akan dibangun fasilitas stasiun kompresi gas di SP Betung. Perhitungan Struktur menggunakan Software Staad Pro , sedangkan untuk pondasi menggunakan Microsoft Excel.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diambil rumusan masalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana pemodelan dan analisa struktur menggunakan aplikasi software STAAD PRO.
- b) Bagaimana merencanakan suatu bangunan yang kokoh dan tahan lama , mampu menjadi fasilitas yang baik dan dapat diandalkan untuk tercapainya peningkatan produksi Gas dan minyak di Pertamina Asset 2 Field Pendopo Sumatera Selatan.

Adapun batasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

- a) Merencanakan dan menghitung struktur Bangunan Gas Compressor Shelter termasuk pembebanan tambahan terhadap beban Hoist Crane Saat fungsional Test dan operasional.
- b) Perhitungan struktur atas gedung menggunakan aplikasi STAAD PRO. Serta penghitungan struktur bawah dengan Spreadsheet Excel. Memunculkan desain sampai dengan Gambar For Construction.
- c) Tidak meninjau dari segi metode pelaksanaan, analisa biaya, dan manajemen konstruksi.
- d) Aturan perhitungan sesuai dengan Standar Code yang berlaku untuk Standar Bangunan pada industri Migas

II. TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan adalah bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan yang lainnya. Perencanaan dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk menyusun, mengatur atau mengorganisasikan suatu hal atau topik sehingga menghasilkan *output* (hasil) yang sesuai dengan keinginan. Perencanaan suatu gedung (bangunan) dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk menyusun dan mengorganisasikan suatu proyek konstruksi baik itu berupa perhitungan-perhitungan ataupun tulisan-tulisan, sehingga bangunan yang dihasilkan nantinya sesuai dengan keinginan dengan tetap memperhatikan standar ekonomis, aman, kuat

dan nyaman. *Survey* dan penyelidikan tanah merupakan tahap awal dari perencanaan.

Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat, kaku, bentuk yang serasi dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tetapi tidak mengurangi mutu dari konstruksi tersebut, sehingga dapat dipergunakan sesuai dengan fungsi utama yang diinginkan oleh perencana. Suatu struktur gedung harus direncanakan kekuatan terhadap pembebanan, antara lain :

1. Beban mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala tambahan, penyelesaian mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.

2. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

Ruang lingkup perencanaan pada konstruksi bangunan gedung meliputi beberapa tahapan, antara lain :

a) Tahapan Perencanaan Design Konstruksi

Perencanaan sebuah konstruksi merupakan sebuah sistem yang sebaiknya dilakukan dengan tahapan-tahapan tertentu agar konstruksi yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun tahapan-tahapan yang dimaksud adalah :

1. Tahap Pra-perencanaan (*Preliminary Design*)

Pada tahap ini ahli struktur harus mampu membantu arsitek untuk memilih komponen-komponen struktur penting, baik dimensi maupun posisinya. Pada pertemuan pertama biasanya arsitek akan datang membawa informasi mengenai :

- a. Sketsa denah, tampak dan potongan-potongan gedung beserta segala atributnya.
- b. Penjelasan dari fungsi setiap lantai dan ruangan.
- c. Konsep awal dari sistem komponen vertikal dan horizontal dengan informasi mengenai luas tipikal dari lantai gedung dan informasi awal mengenai rencana pengaturan denah lantai tipikal, daerah *entrance*, *function room* ruang tangga dan lain-lain.
- d. Rencana dari komponen-komponen non-struktural, misalnya dinding arsitektural yang berfungsi sebagai partisi.

Berbekal dari informasi di atas seorang ahli arsitektur harus mampu memberikan masukan mengenai :

- a. Pengaturan komponen vertikal, termasuk jarak kolom, ukuran kolom dan penempatan kolom.

- b. Sistem komponen horizontal termasuk sistem balok dan system lantai.
- c. Sistem pondasi.
- d. Usulan mengenai komponen non-struktural.

2. Tahap Perencanaan, meliputi :

a. Perencanaan bentuk arsitektur bangunan

Dalam perencanaan arsitektur bangunan ini, seorang perencana belum memperhitungkan kekuatan bangunan sepenuhnya. Dalam perencanaan arsitektur ini, perencana merealisasikan keinginan - keinginan dari pemilik bangunan sesuai dengan desain yang diinginkannya.

b. Perencanaan struktur (konstruksi) bangunan

Dalam perencanaan struktur ini, perencana mulai menghitung komponen-komponen struktur berdasarkan dari bentuk arsitektural yang telah didapat. Perencana mulai mendimensi serta menyesuaikan komponen-komponen struktur tersebut agar memenuhi syarat-syarat konstruksi yang aman, kuat dan nyaman untuk ditempati namun masih berdasarkan prinsip-prinsip yang ekonomis. Struktur adalah suatu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu menerima beban luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.

Ada dua struktur pendukung bangunan yaitu :

1. Struktur bangunan atas (*Upper Structure*)

Struktur bangunan atas harus sanggup mewujudkan perencanaan dari segi arsitektur dan harus mampu menjamin mutu baik dari

segi keamanan maupun kenyamanan bagi penggunaannya. Untuk itu, bahan bangunan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Tahan Api.
- Kuat.
- Mudah diperoleh, dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasi bahan yang demikian tinggi.
- Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama.
- Ekonomis, dengan perawatan yang relatif mudah. Dari kriteria-kriteria yang tersebut diatas, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang.

Perhitungan perencanaan untuk bangunan struktur atas ini meliputi :

- a. Perhitungan Rafter
- b. Perhitungan Balok
- c. Perhitungan Kolom
- d. Perhitungan Sambungan Antar Struktur Baja

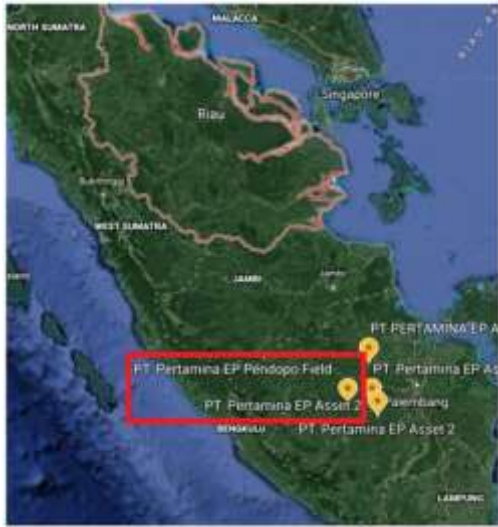
2. Struktur bangunan bawah (*Sub Structure*)

Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk diteruskan ke tanah dibawahnya. Perhitungan perencanaan struktur bagian bawah (*Sub Structure*) ini meliputi:

- a. Perhitungan Pondasi dalam Tiang Pancang.
- b. Perhitungan pondasi Pile Cap.

III METODOLOGI PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan



Dalam perencanaan Penulis menggunakan Data Sekunder. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini adalah literatur dari dokumen spesifikasi project yang berlaku, grafik, tabel dan peta yang berkaitan erat dengan proses perencanaan struktur & pondasi gas compressor shelter stasiun gas Betung Pendopo field, PT. Pertamina EP asset 2 Sumatera Selatan. Data Penyelidikan Tanah (Soil Investigation) juga dijadikan sebagai data dalam melakukan desain Struktur bawah / pondasi Bangunan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam perencanaan ini penulis menggunakan metode perencanaan kalkulasi yang menggunakan data actual dari bangunan Gas Compressor. Metode ini bergantung pada kemampuan untuk menghitung data secara akurat dan memerlukan kemampuan untuk menginterpretasikan data secara kompleks.

Metode ini merupakan pengolahan data

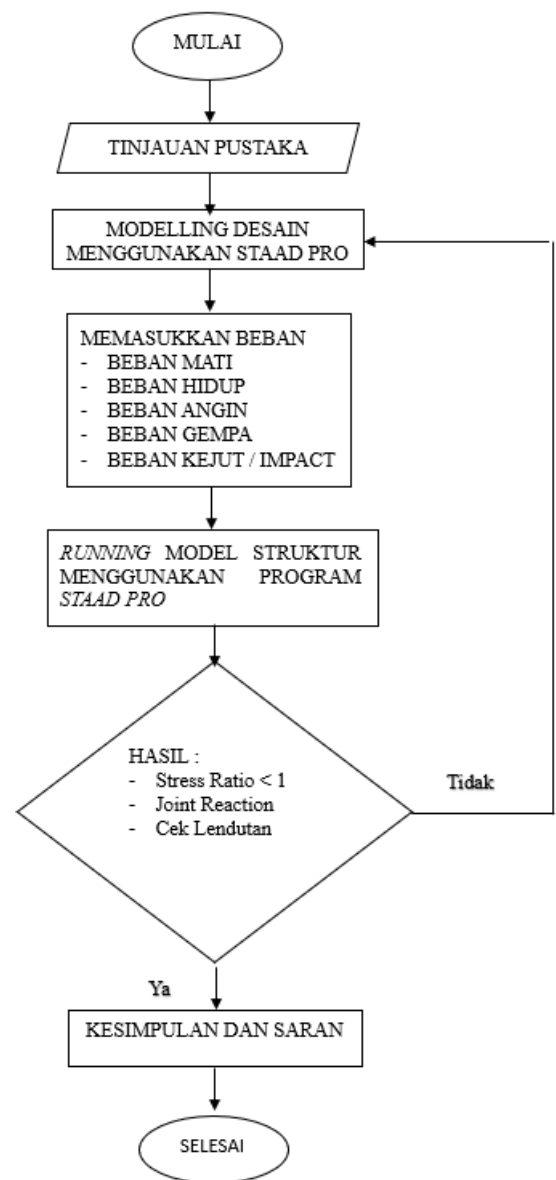
melalui metode matematik yang terkumpul dari data sekunder.

Dalam metode analisis data kuantitatif ini, penulis melakukan perhitungan struktur atas pada pembangunan Bangunan Struktur Gas Compressor Shelter ini menggunakan aplikasi STAAD PRO. Pemilihan aplikasi STAAD dikarenakan untuk proyek berbasis Migas (Minyak dan Gas) lebih memilih ini karena menjadi basic persyaratan Engineer dalam perhitungan struktur Bangunan Migas.

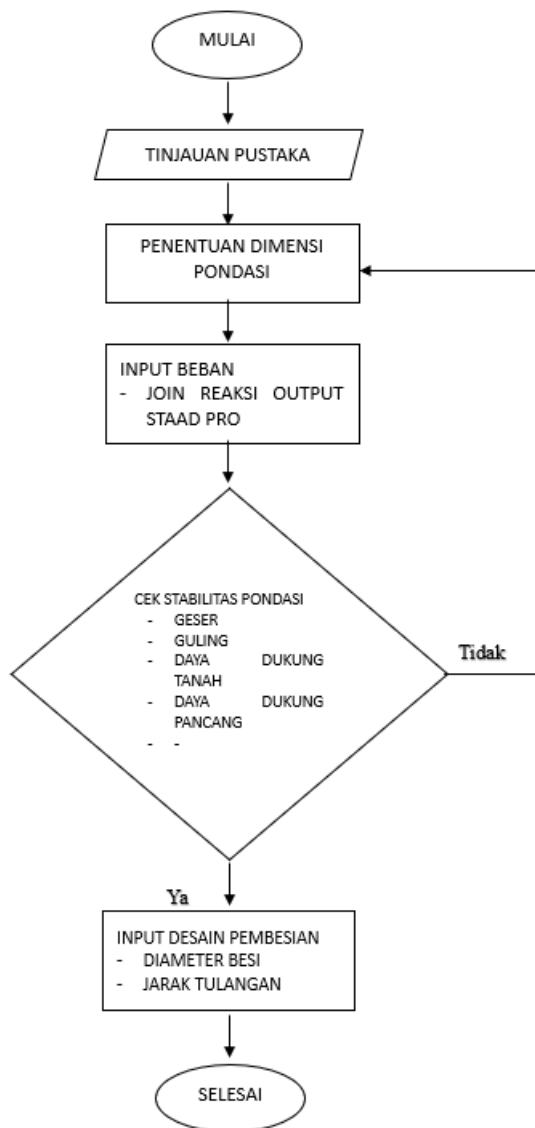
3.3 Peraturan & Standar Coode

- a) BTGP-10-A0-BD-001 Civil & Structure Design Basis
- b) BTGP-10-A4-SP-001 Specification For Concrete Work
- c) BTGP-10-A5-SP-002 Specification For Steel Structure
- d) BTGP-10-A3-SP-003 Specification For Foundation
- e) BTGP-10-A9-SP-008 Specification For Pilling Work
- f) SNI-1727-2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung
- g) SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- h) SNI-03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung & Non Gedung
- i) SNI-1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- j) ASCE 7-10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

- k) ANSI/AISC 360-10 Specification for Structural Steel Buildings
- l) ACI 318 – 11 Building Code Requirements for Structural Concrete
- m) ASTM C33 Specification for Concrete Aggregate
- n) ASTM C150 Specification for Ordinary Portland Cement
- o) ASTM A307 Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60.000 PSI Tensile Strength
- p) ASTM A36/A36M Standard Specification for Carbon Structural Steel
- q) ASTM A325 Specification for Structural Bolt, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
- r) ASTM A490 Standard Specification for Structural Bolt, Alloy Steel , Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength.



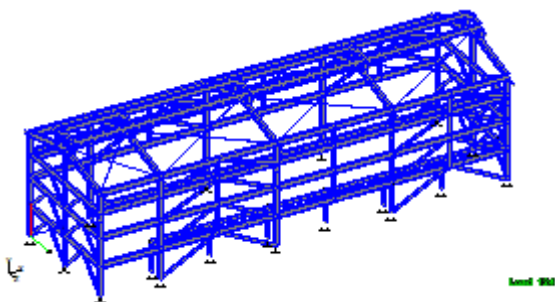
Bagan Alir perencanaan Struktur Atas Bangunan Gas Compressor



Bagan Alir perencanaan Struktur Bawah Bangunan Gas Compressor

IV PERENCANAAN STRUKTUR

4.1 Modelling Struktur

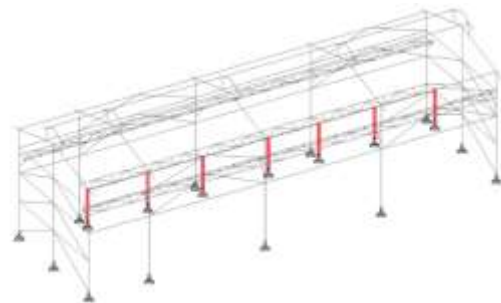


Gambar 4.1 3D View Modelling Struktur

Material Steel Structure

- Structural steel mengacu pada ASTM A 36 atau equivalent
- Specified minimum yield stress : $F_y = 240$ MPa
- Specified minimum yield stress : $F_u = 370$ MPa
- High strength bolts mengacu pada ASTM A325 atau equivalent.
- Anchor bolt mengacu pada ASTM A307 Grade C atau equivalent

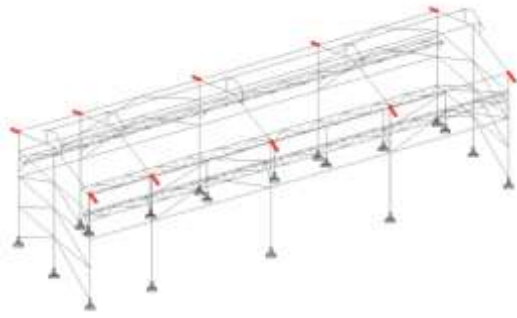
Input Material Profil



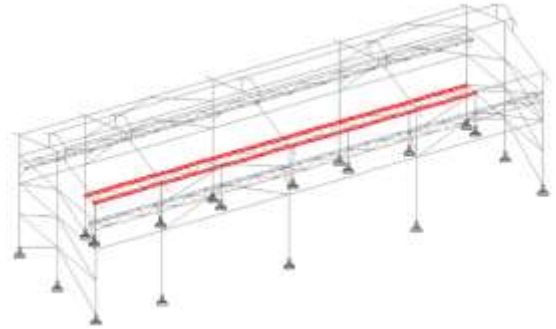
Gambar 4.2 Material Properties R1 Column Walkway H 250x250x9x14



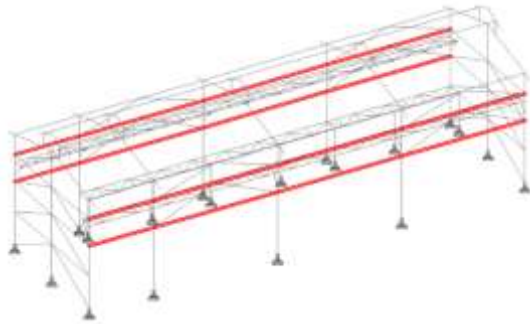
Gambar 4.3 Material Properties R2 Rafter WF 450x250x9x14



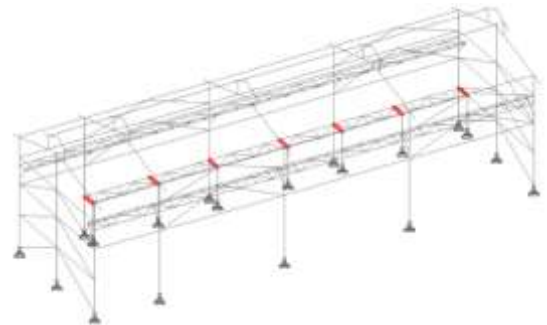
Gambar 4.4 Material Properties R3 Rafter
WF 200x100x5.5x8



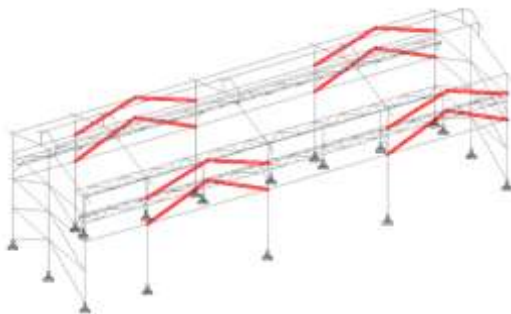
Gambar 4.7 Material Properties R6 Beam
Memanjang H 200x200x8x12



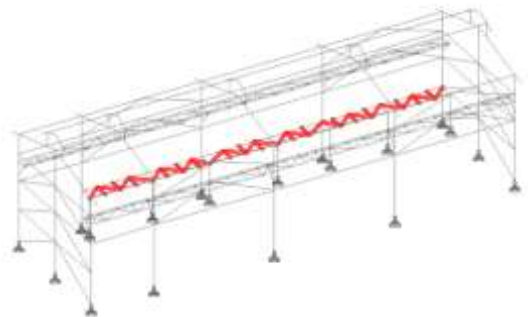
Gambar 4.5 Material Properties R4 Beam H
250x250x9x14



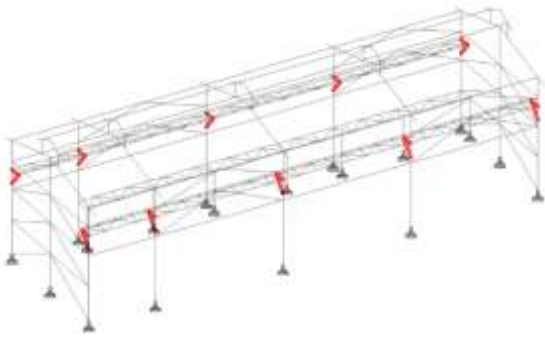
Gambar 4.8 Material Properties R7 Beam
Melintang H 200x200x8x12



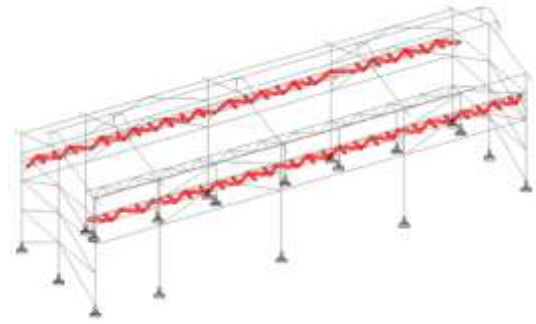
Gambar 4.6 Material Properties R5 Bracing
H 150x150x7x10



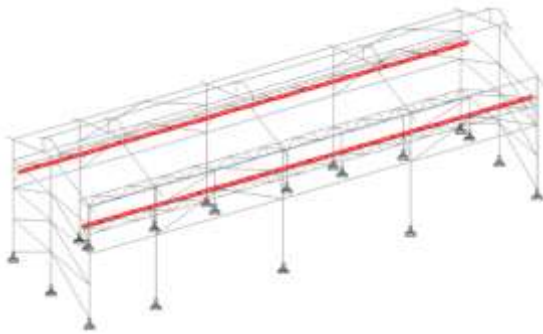
Gambar 4.9 Material Properties R8 Bracing
Walkway L 100x100x7



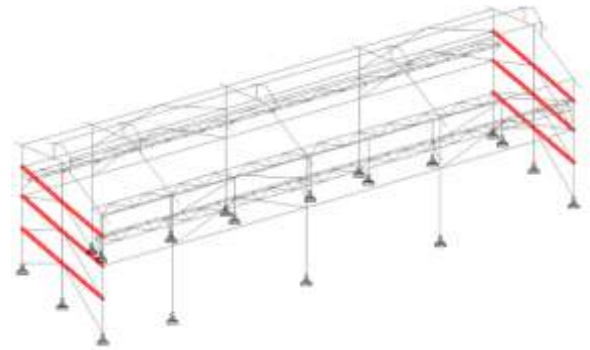
Gambar 4.10 Material Properties R9
Support Beam H 400x400x13x21



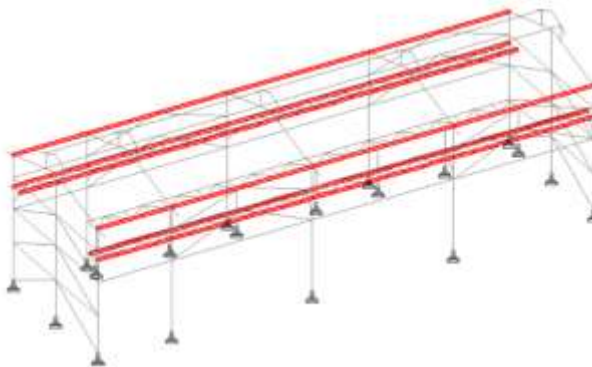
Gambar 4.13 Material Properties R12
Bracing Support Beam L 80x80x8



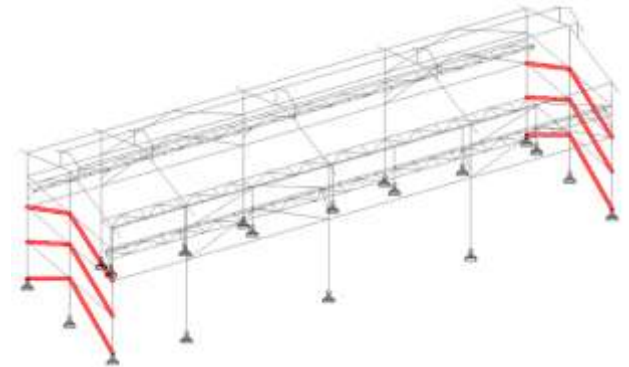
Gambar 4.11 Material Properties R10 Beam
Hoist Crane WF 700x300x13x24



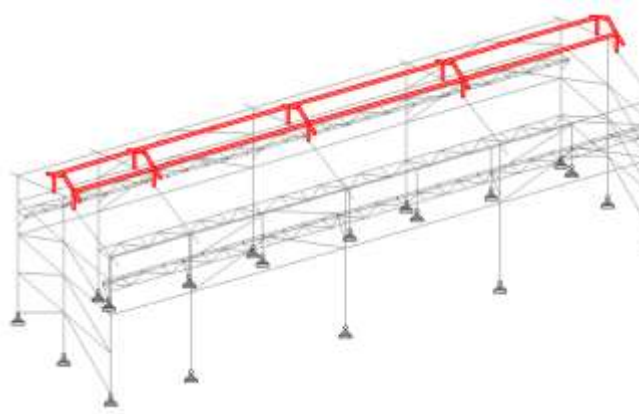
Gambar 4.14 Material Properties R13 Beam
Girt H 150x150x7x10



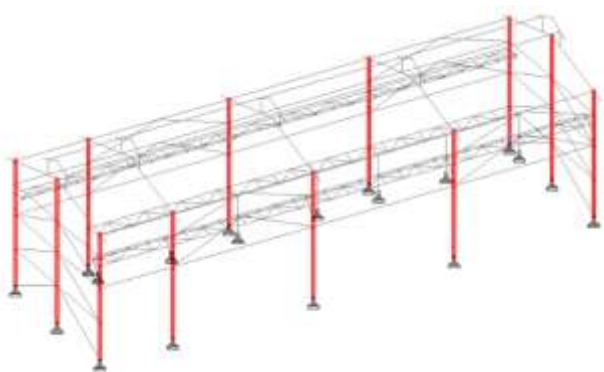
Gambar 4.12 Material Properties R11 Beam
250x250x9x14



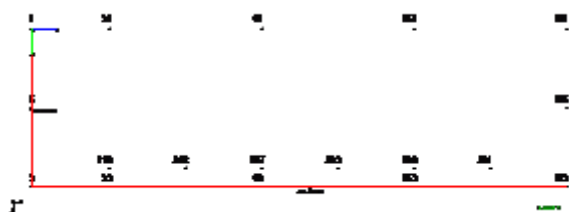
Gambar 4.15 Material Properties R14
Bracing Girt H 150x150x7x10



Gambar 4.16 Material Properties R15 Ridge Capping H 250x250x9x14



Gambar 4.17 Material Properties R16 Column H 350x350x12x19



Gambar 4.18 Plan Layout

a) Beban Mati Analisis

FRAME LINE	AREA m2	LENGTH	(W/A) . L (kg/m)	TYPE
1-4	243	20.25	262.260	UNI GY
1&4	121.5	20.25	131.130	UNI GY

Secara keseluruhan beban mati dihitung otomatis pada program Staad Pro menggunakan selfweight Load.

b) Beban Hidup Atap

FRAME LINE	AREA m2	LENGTH	(W/A) . L (kg/m)	TYPE
1-4	243	20.25	684.00	UNI GY
1&4	121.5	20.25	342.00	UNI GY

c) Beban Hujan (R)

FRAME LINE	AREA m2	LENGTH	(W/A) . L (kg/m)	TYPE
1-4	243	20.25	180.00	UNI GY
1&4	121.5	20.25	90.00	UNI GY

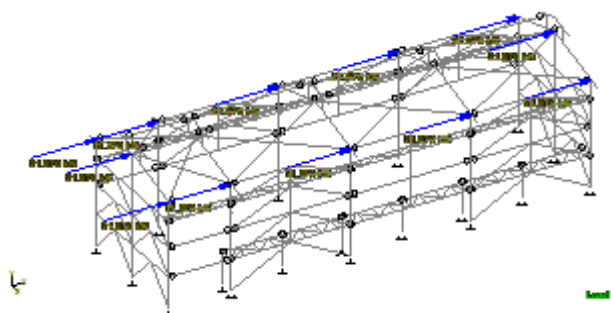
d) Beban Gempa

$$F_{sx} \text{ \& } F_{sz} = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} V$$

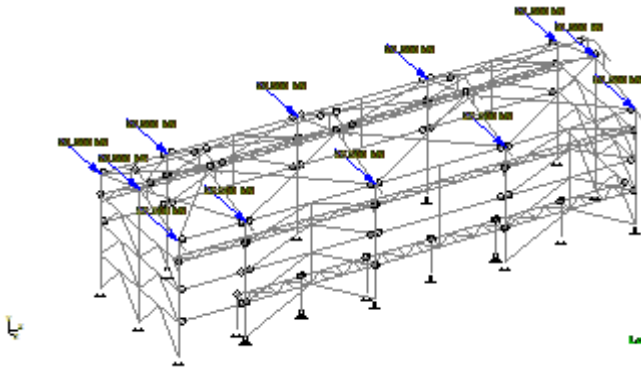
ELEV.	h1 m	W1 ton	W1*h1 ton.m	Σ (W1*h1)	Vx ton	Vz ton	n	F _{sx} ton	F _{sz} ton
10.2	10.2	167.59	1709	1.0	25.14	26.81	12	2.09	2.23
TOTAL		167.59	1709	1.00	25.14	26.81			

Seismic Load will be applied as joint load at each level of the column.

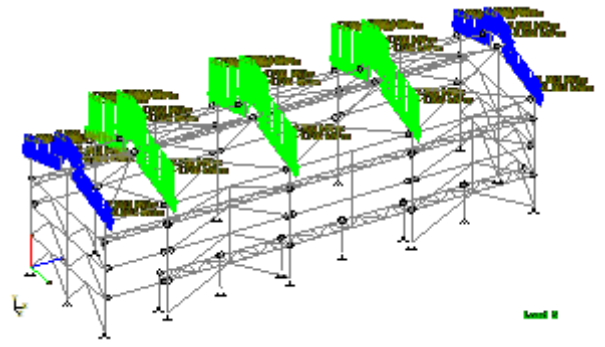
e) Loading Pembebanan



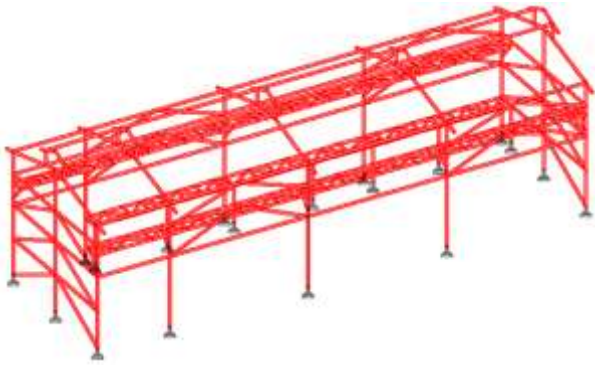
Gambar 4.20 Beban Gempa Ex



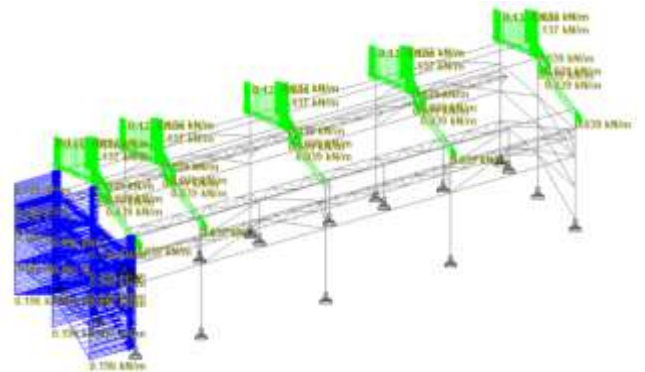
Gambar 4.21 Beban Gempa Ez



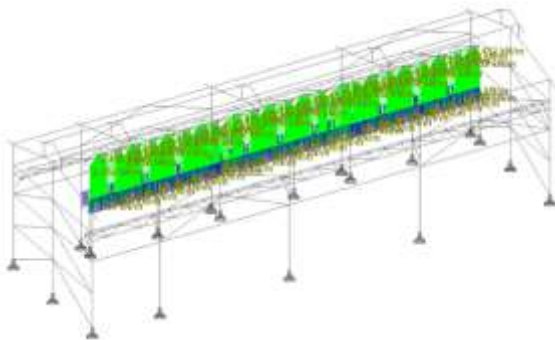
Gambar 4.24 Rain Load



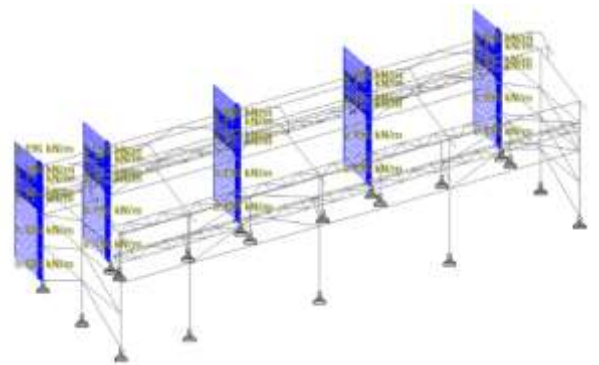
4.22 Dead Load (Selfweight)



Gambar 4.25 Wind Load X



Gambar 4.23 Live Load

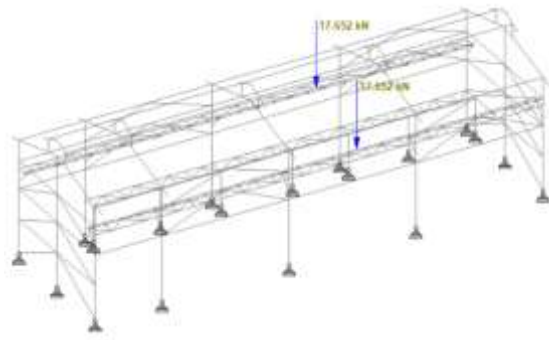


Gambar 4.26 Wind Load Z

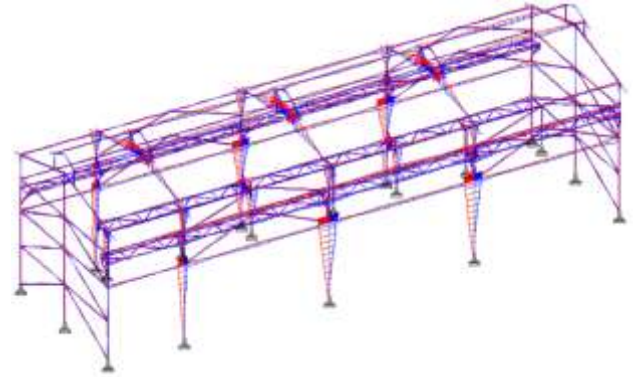
f) Analisis Desain Struktur

Tabel Force Beam

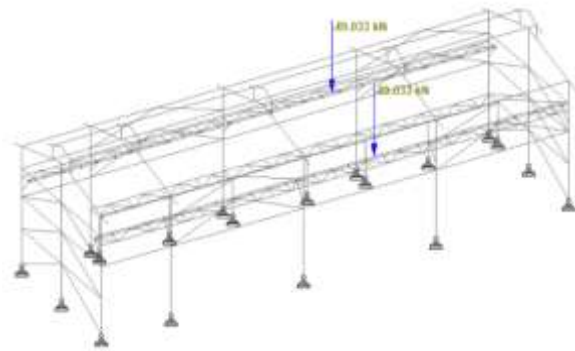
	Elemen	L/C	Node	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
Max Fx	8	110 1 420=1 420	17	207.781	1.224	3.683	-0.200	0.000	-0.000
Min Fx	121	110 1 420=1 420	47	-184.884	4.132	2.016	-0.213	-0.367	0.000
Max Fy	75	110 1 420=1 420	37	55.455	41.969	-0.000	0.004	-0.258	0.000
Min Fy	146	110 1 420=1 420	13	-21.564	46.069	-0.000	0.000	-0.262	0.000
Max Fz	94	110 1 420=1 420	17	84.217	1.022	34.888	-0.010	-10.334	-7.052
Min Fz	83	110 1 420=1 420	96	83.102	0.137	-24.673	0.010	10.010	-4.937
Max Mx	810	110 1 420=1 420=0X	419	1.038	-0.094	-1.537	5.423	0.034	0.440
Min Mx	212	110 1 420=1 420=0X	419	1.700	-5.179	0.004	-3.896	-0.019	0.000
Max My	429	110 1 420=1 420	86	171.967	12.454	18.133	-3.117	55.842	-4.000
Min My	436	110 1 420=1 420	86	140.421	-10.049	-8.348	-0.160	-63.864	0.391
Max Mz	181	110 1 420=1 420	18	46.843	-32.323	-0.000	-0.040	-0.214	89.289
Min Mz	181	110 1 420=1 420	181	146.470	34.063	0.168	0.010	-0.207	-89.323



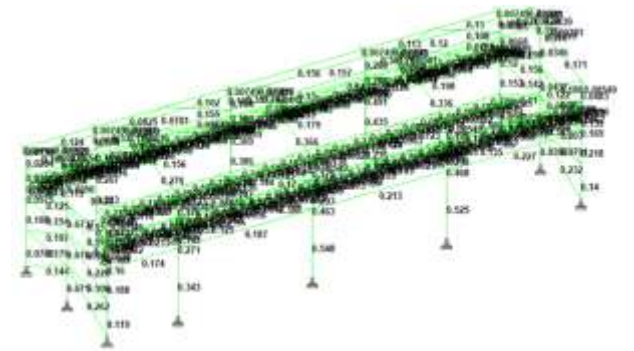
Gambar 4.27 Empty Load Hoist Crane



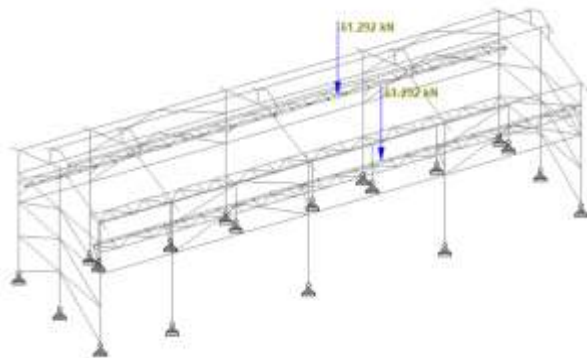
Gambar 4.31 Diagram Lintang



Gambar 4.28 Operating Load Hoist Crane



Gambar 4.32 Member Stress Ratio



Gambar 4.29 Testing Load Hoist Crane

Beam	Structure Member	Profil	ratio	Result
R1	Column Walkway	H 250x250x9x14	0.102	OK
R2	Main Rafter	WF 450x200x9x14	0.367	OK
R3	Secondary Rafter	WF 200x100x5.5x8	0.05	OK
R4	Beam	H 250x250x9x14	0.1	OK
R5	Bracing	H 150x150x7x10	0.262	OK
R6	Beam Memanjang	H 200x200x8x12	0.62	OK
R7	Beam Melintang	WF 200x100x5.5x8	0.5	OK
R8	Bracing Walkway	L 100x100x7	0.1	OK
R9	Support Beam	H 400x400x13x21	0.1	OK
R10	Beam Hoist Crane	WF 700x300x13x24	0.45	OK
R11	Beam	H 250x250x9x14	0.1	OK
R12	Bracing Support Beam	L 80x80x6	0.876	OK
R13	Beam Girt	H 150x150x7x10	0.15	OK
R14	Bracing Girt	H 150x150x7x10	0.25	OK
R15	Ridge Capping	H 250x250x9x14	0.1	OK
R16	Column	H 350x350x12x19	0.548	OK

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari Hasil Analisa Perencanaan Struktur dan pondasi Gas Compressor Building, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Modelling Struktur bangunan dengan menggunakan Software Staad pro lebih efisien dan cepat karena perhitungan sudah bisa otomatis dikerjakan oleh program.
2. Modelling structure aman
3. Pondasi direncanakan menggunakan pondasi dalam Square Pile 25x25 cm sedalam 15 meter dan pile cap dengan dimensi 2x1 meter, dengan tebal pile cap 60 cm.

5.2 Saran

Dari hasil Perencanaan Struktur Dan Pondasi Gas Compressor Shelter Stasiun Gas Betung Field Pendopo Pertamina EP Asset II., maka penulis memberikan saran yang sesuai dengan

perencanaan struktur gedung yang sesuai dengan SNI dan standar kode yang berlaku antara lain :

1. Perencanaan struktur Baja untuk Gas Compressor Shelter, masih bisa dioptimalkan dengan profil Baja yang lebih kecil karena stress ratio masih jauh berada dibawah <1 .
2. Dari hasil Analisa pondasi penggunaan tiang pancang square pile ukuran 25x25 cm masih bisa direduksi dari jumlah semula 24 karena dari kalkulasi pembebanan masih ada ruang untuk mengefisienkan tiang pancang.
3. Disarankan menggunakan aplikasi Staad Pro atau sejenisnya untuk kecepatan dan kemudahan dalam perhitungan struktur baja.
4. Dari hasil Analisa daya dukung tanah pondasi masih bisa dioptimalkan dengan menggunakan pondasi dangkal saja, untuk mempercepat waktu pengerjaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Bapak Dosen Pembimbing yang berkenan mengarahkan dan mensupport penulis dalam pembuatan jurnal, bapak dan ibu tercinta yang setia mensupport dengan dukungan dan doa untuk anaknya, sahabat – sahabatku yang selalu memberi semangat, almamaterku Universitas PGRI Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1989). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- ASCE 7-10. (1988). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*.
- Bowles, Joseph E. (1986). *Analisa dan Disain Pondasi Jolid I*. Erlangga.
- BTG-00-A1-R-002. (2018) *PT. Pertamina EP Asset 2 Soil Investigation Report*. PT. Tracon Industry.
- Dipohusodo. (1996). *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka.Jakarta.
- Diphusodo, Istimawan*, (2001). *Analisis Struktur*, Gramedia Pustaka Utama, (hal. 349)
- Laurentis dan Syahril. (1999). *Struktur Beton Bertulang Standar baru SNI T-15- 1991-03*. Gramedia Pustaka Utama.
- Sardjono HS. (1988) *Pondasi Tiang Pancang Jilid I dan 2*. Sinar Wijaya. Surabaya.
- SNI T-15-1991- 03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- SNI 03-1729-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Dinas Pekerjaan Umum.
- SNI 1727:2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Dinas Pekerjaan Umum.
- W.C Vis dan Gideon H.Kusuma. (1995). *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang Jilid I*. Erlangga.