

PERBANDINGAN TUMPUAN JEPIT DAN SENDI PADA STRUKTUR POWER HOUSE DITINJAU DARI SEGI EFISIENSI MATERIAL DAN BIAYA (STUDI KASUS PROYEK PLTMG SERAM PEAKER)

(Comparison of Fixed And Pinned on Structures Power House is Reviewed from Material Efficiency and Costs (Case Study of Peaker Seram PLTMG Project))

Ahmad Faoji¹, Kusno Adi Sambowo²

¹KSO PT Wijaya Karya PT Wika Rekayasa Konstruksi

²Program Studi Teknik Sipil Universitas Pancasila

E-mail: faojiahmad2@gmail.com

ABSTRAK

Seiring perkembangan zaman dan pola hidup manusia yang mempengaruhi kebutuhan akan bangunan gedung, perumahan dan juga kebutuhan pasokan listrik terutama di daerah yang terpencil, maka dari itu pemerintah memprogramkan 35.000 MW diseluruh Indonesia dari sabang sampai merauke dari mulai PLTU(Pembangkit Listrik Tenaga Uap) 25.58%, PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) 1.18% , PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas) 26.12% , PLTMG(Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas)7.84% , PLTGU (Pembangkit Tenaga Gas Uap) 40.68% dan PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro) 0.59%. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat perencanaan bangunan penunjang pada pembangkit listrik tenaga mesin gas yaitu banguana struktur power house dimana menggunakan aplikasi Staad pro untuk permodelannya dan Analisa gempa menggunakan puskim yang di tinjau dari segi efisiensi material dan biaya. Berdasarkan hasil analisis dari segi kedua tumpuan yang di dibandingkan menggunakan permodelan staad pro dan peraturan pembebanan Indonesia tahun 1983 yang sudah dilakukan pada bangunan power house layak untuk dibagunun memenuhi dari gaya aksial, geser dan momen. Berdasarkan hasil analisis tersebut membandingkan tumpuan jepit dan sendi menghasilkan nilai rencana anggaran biaya untuk Jepit Rp.5.509.091.296,48 dan Sendi Rp. 6.369.147.621,76 jadi yang lebih Efisien adalah tumpuan Jepit.

Kata Kunci : Jepit, Sendi, Struktur power house, STAAD pro, Material, biaya

ABSTRACT

Along with the development of the times and patterns of human life that affect the need for building, housing and electricity supply especially in remote areas, therefore the government has programmed 35,000 MW throughout Indonesia from Sabang to Merauke from 25.58% Steam Power Plant (PLTP), PLTP (Geothermal Power Plant) 1.18%, PLTG (Gas Power Plant) 26.12%, PLTMG (Gas Engine Power Plant) 7.84%, Steam Power Plant (PLTGU) 40.68% and Minihidro Power Plant 0.59%. In this study aims to make the planning of supporting buildings in the gas engine power plant is banguana powerhouse structure which uses Staad pro application for its modeling and seismic analysis using puskim in review in terms of material efficiency and cost. Based on the results of the analysis of the terms of the two pedestals are compared using the staad pro modeling and regulation of loading Indonesia in 1983 that has been done on building power house feasible to dibagunun meet from axial, shear and moment. Based on the results of these analyzes compare the staple of joints and joints to produce value plan budget cost for Rp.5.509.091.296,48 fixed and pinned Rp. 6,369,147,621,76 so the more Efficient is the fixed.

Keywords: Fixed, Pinned, Power house structure, STAAD pro, material, cost

PENDAHULUAN

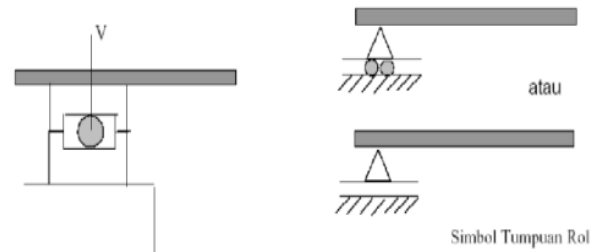
Seiring perkembangan zaman dan pola hidup manusia yang mempengaruhi kebutuhan akan bangunan gedung yang banyak digunakan sebagai perumahan, pusat perkantoran, perhotelan, tempat hiburan, pusat perbelanjaan, dan juga pemerintah memprogramkan 35.000 MW pemnagkit listrik diseluruh wilayah Indonesia dalam kurun waktu tahun dari (2015-2019) Program 35.000 MW ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Hal ini tentu akan berdampak signifikan bagi pertumbuhan ekonomi di luar Jawa, yang sebelumnya kekurangan suplai listrik. Dengan proyeksi pertumbuhan ekonomi 6-7% pertahun. Penambahan listrik dalam negri membutuhkan tambahan sedikitnya 7.000 megawaat (MW) pertahun tertuang di RPLT (Rencana Penyediaan Tenaga Listrik)2015-2024. Dalam program 35.000 MW di bagi menjadi 2 pemerintah dan swasta. Dimana pemerintah mendapatkan 29% (10.681 MW) dan swasta mendapatkan 79% (25.904 MW).dalam program ini pemerintah membagi ada beberapa pembangkit listrik yaitu : PLTU(Pembangkit Listrik Tenaga Uap) 25.58%, PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) 1.18% , PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas) 26.12% , PLTMG(Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas)7.84% , PLTGU (Pembangkit Tenaga Gas Uap) 40.68% dan PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro) 0.59% . Proyek pembangunan Pembangkit listrik PLTMG Seram peaker ini sendiri terlatak di sebelah utara pulau ambon provinsi maluku,pulau seram terdiri dari 3 kabupaten, yaitu Kabupaten Maluku Tengah dengan ibukota Masohi serta dua kabupaten hasil pemekaran yaitu Kabupaten Seram Timur dengan ibu Kotanya Bula dan Kabupaten Seram Bagian Barat dengan Ibu Kotanya Piru.

TUMPUAN SECARA UMUM

Tumpuan merupakan tempat perletakan konstruksi untuk dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja menuju pondasi. Dalam ilmu mekanika rekayasa dikenal 3 jenis tumpuan yaitu tumpuan sendi, rol dan jepit. Sifat – sifat gaya reaksi yang timbul pada suatu benda yang mendapat beban tergantung bagaimana benda tersebut ditumpu atau bagaimana benda tersebut disambung dengan benda lain. Ada beberapa pengondisian tumpuan pada sebuah struktur.

a. Tumpuan Rol

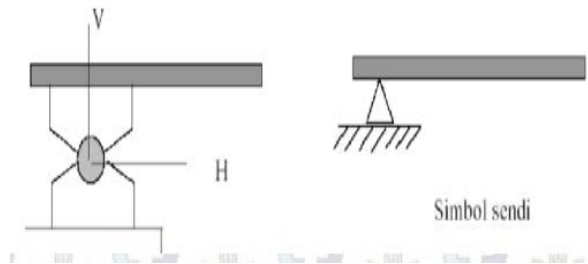
Tumpuan rol adalah tumpuan yang dapat bergeser ke arah horizontal sehingga tumpuan ini tidak dapat menahan gaya horizontal. Pada tumpuan terdapat roda yang dapat begeser dimana berfungsi untuk mengakomodasi pemuaiian pada konstruksi sehingga konstruksi tidak rusak. Tumpuan rol hanya mampu memberikan reaksi arah vertikal, artinya tumpuan hanya dapat menahan gaya vertikalnya saja, sehingga hanya terdapat 1 buah variabel yang akan diselesaikan (R_v saja).Jadi tumpuan Rol hanya mempunyai satu gaya reaksi yang tegak lurus dengan roll seperti pada gambar 2.1.



Gambar 1. Tumpuan Roll

b. Tumpuan Sendi

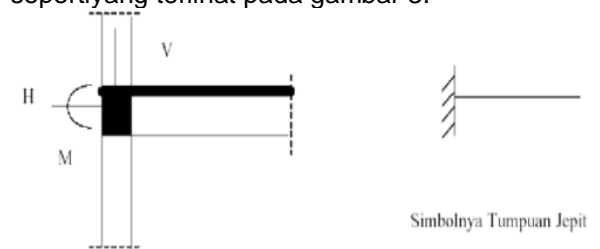
Tumpuan sendi sering disebut dengan engsel karena cara bekerja mirip dengan cara kerja engsel. Tumpuan sendi mampu memberikan reaksi arah vertikal dan horizontal, artinya tumpuan sendi dapat menahan gaya vertikal dan horizontal atau dengan kata lain terdapat 2 buah variabel yang akan diselesaikan (R_v dan R_h). Tumpuan sendi ini tidak dapat menahan momen.



Gambar 2. Tumpuan Sendi

c. Tumpuan Jepit

Tumpuan jepit bisa dikonstruksikan seperti misalnya balok yang ditanam dalam tembokkan atau sebagai tumpuan pada balok terusan (jepitan elastis). Tumpuan jepit dapat memberikan reaksi atau tahan terhadap gaya horizontal, vertikal dan bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen. Sehingga pada tumpuan jepit terdapat 3 buah variabel yang harus diselesaikan ($R_v, R_h,$ dan M). Dengan demikian tumpuan jepit mempunyai tiga gaya reaksi seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tumpuan Jepit

PRINSIP DASAR PERANCANGAN

Beberapa prinsip yang dapat memberikan arahan tentang perencana, denah, pondasi dan struktur bangunan gedung yang bisa diterapkan untuk masyarakat, agar bangunan yang akan dibangun dapat menahan getaran gempa bumi. Prinsip-prinsipnya sebagai berikut:

1. Perencanaan gedung tahan gempa harus sederhana dan kompak. Struktur yang menerima beban dan bagian bangunan yang tidak

- menerima beban harus dianggap sebagai satu kesatuan yang saling mempengaruhi.
2. Gedung harus ringan. Makin berat sebuah gedung, makin besar daya massa jika terjadi gempa bumi. Makin tinggi gedung, harus makin ringan. Kontruksi atap yang berat dapat membahayakan struktur dibawahnya.
 3. Struktur yang direncanakan harus sesederhana mungkin. Struktur yang sederhana akan tahan pada kondisi gempa bumi yang keras.
 4. Denah sebaiknya direncanakan agar simetris, berbentuk segi empat sama sisi, atau lingkaran.
 5. Tinggi gedung sebaiknya tidak melebihi empat kali lebar gedung.
 6. Struktur gedung sebaiknya monolit, berarti seluruh struktur gedung dikonstruksikan dengan bahan yang sama karena pada saat gempa bumi bahan bangunan yang berbeda akan memberikan reaksi berbeda pula.
 7. Ketebalan pelat lantai dan dimensi balok sebaiknya lebih besar dari pada biasanya untuk menghindari getaran vertikal sejauh mungkin. Balok tidak boleh dibuat lebih lebar dari pada kolom agar tidak terjadi tegangan tambahan.
 8. Ring balok horizontal pada setiap tingkat dengan batang tarik diagonal dapat meningkatkan kestabilan gedung.
 9. Pondasi juga harus sesederhana dan sekuat mungkin sehingga tidak akan patah pada saat gempa. Sebaiknya dipilih pelat lantai beton bertulang atau pondasi lajur dengan sloof beton bertulang. Pondasi setempat sebaiknya dihindarkan.
 10. Reaksi suatu gedung pada saat gempa bumi tergantung pada cara pembangunan dan bukan pada cara perencanaan. Maka, sangat pentinglah manajemen bangunan dan pengawasan saat pelaksanaan yang akan menjamin kualitas bangunan. Disamping itu, pemeliharaan dan perawatan bangunan dapat mempengaruhi kestabilan gedung saat gempa bumi.
 11. Perubahan pada suatu gedung akibat pembangunan tambahan dan perubahan harus dilakukan secara cermat karena dapat mengubah kestabilan gedung terhadap gempa bumi.

SISTEM STRUKTUR

Didalam SNI 03-1726-2012 dijelaskan bahwa terdapat 6 macam sistem struktur, sistem struktur tersebut terdiri dari sebagai berikut :

1. Sistem dinding penumpu adalah sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, yang beban gravitasinya dipikul oleh dinding penumpu dan sistem bresing, sedangkan beban lateral akibat gaya gempa dipikul oleh dinding geser atau rangka bresing.
2. Sistem ganda adalah sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh sistem rangka pemikul momen dan dinding geser

- ataupun oleh rangka pemikul momen dan rangka bresing.
3. Sistem interaksi dinding geser dan rangka adalah sistem struktur yang menggunakan kombinasi dinding geser dan sistem rangka beton bertulang biasa.
 4. Sistem kolom kantilever adalah sistem struktur penahan gaya gempa, dimana gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa disalurkan ke kolom yang berperilaku sebagai kolom kantilever yang terjepit di bagian dasar gedung.
 5. Sistem rangka gedung adalah sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul dinding geser ataupun oleh rangka bresing.
 6. Sistem rangka pemikul momen khusus adalah sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur. Sistem ini terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

JENIS PEMBEBANAN

Beban yang akan ditanggung oleh suatu struktur tidak selalu dapat diramalkan sebelumnya. Meski beban-beban tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi struktur tertentu, distribusi dari elemen yang satu ke elemen yang lain pada keseluruhan struktur masih membutuhkan asumsi dan pendekatan. Jenis beban yang biasa digunakan dalam bangunan gedung meliputi :

a) Beban Lateral yang terdiri dari :

• Beban Gempa

Beban gempa adalah salah satu beban yang harus diperhitungkan jika kita mendesain suatu bangunan di daerah yang rawan gempa. Tidak seperti beban-beban tipe lainnya dimana besarnya tidak dipengaruhi oleh struktur bangunan yang terkena gempa, besarnya beban gempa sangat dipengaruhi oleh kondisi struktur bangunannya. Ini terjadi karena beban gempa bekerja melalui lapisan tanah yang bergerak siklis baik dalam arah horisontal maupun vertikal.

Selain itu beban gempa juga dipengaruhi oleh kekakuan dari struktur bangunan. Jika kekakuan struktur dari bangunan itu sangat tinggi, maka bagian atas bangunan juga akan bergerak bersama-sama dengan bagian bawah, atau dengan kata lain periode dari struktur sama dengan periode dari gelombang gempa. Untuk bangunan bertingkat tinggi, strukturnya biasanya mempunyai periode alaminya yang besar sehingga jika dikenai gelombang gempa yang berkepanjangan, akan terjadi kemungkinan terkena gempa dengan periode gelombang yang hampir sama dengan periode alami dari struktur. Jika hal ini terjadi maka akan terjadi resonansi yang akan mengakibatkan

goncangan yang besar pada struktur. Dalam hal ini maka beban gempa yang terjadi $F > m \times a$. Jadi dari uraian diatas kita bisa simpulkan faktor-faktor yang mempengaruhi beban gempa:

- Lokasi pusat gempa (jauh atau dekat)
- Kondisi tanah di lokasi bangunan yang ditinjau
- Karakteristik gempanya (intensitas, periodenya, lamanya)

• Beban Angin

Beban angin pada struktur terjadi karena adanya gesekan udara dengan permukaan struktur dan perbedaan tekanan dibagian depan dan belakang struktur. beban angin tidak memberi kontribusi yang besar terhadap struktur dibandingkan dengan beban yang lainnya. Menurut Schodek (1999), besarnya tekanan yang diakibatkan angin pada suatu titik akan bergantung pada kecepatan angin, rapat massa udara, lokasi yang ditinjau pada struktur, perilaku permukaan struktur bentuk geometris struktur, dimensi struktur.

b) Beban Gravitasi yang terdiri dari :

• Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan pada lantai dan atap. Beban hidup dapat menimbulkan lendutan pada struktur sehingga harus dipertimbangkan berdasarkan peraturan yang berlaku agar struktur tetap aman. Menurut Schueller (1998) beban yang disebabkan oleh isi benda-benda di dalam atau di atas suatu bngunan disebut beban penghunian (*occupancy load*). Beban ini mencakup beban peluang untuk berat manusia perabot partisi yang dapat dipindahkan, lemari besi buku lemari arsip perlengkapan mekanis dan sebagainya.

• Beban mati

Beban mati (DL) adalah berat dari semua bagian gedung yang bersifat tetap. Beban mati terdiri dari dua jenis, yaitu berat struktur itu sendiri dan *superimposed deadload* (SiDL). Beban *superimposed* adalah beban mati tambahan yang diletakkan pada struktur, dimana dapat berupa lantai (ubin/keramik), peralatan mekanik eletrikal, langit-langit dan sebagainya. Satuan material tersebut berdasarkan volume elemen. Berat satuan (*unit weight*) material secara empiris telah ditentukan dan telah banyak dicantumkan tabelnya pada sejumlah standar atau peraturan pembebanan.

METODE

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Sebelum melakukan penelitian, seorang peneliti biasanya telah memiliki dugaan

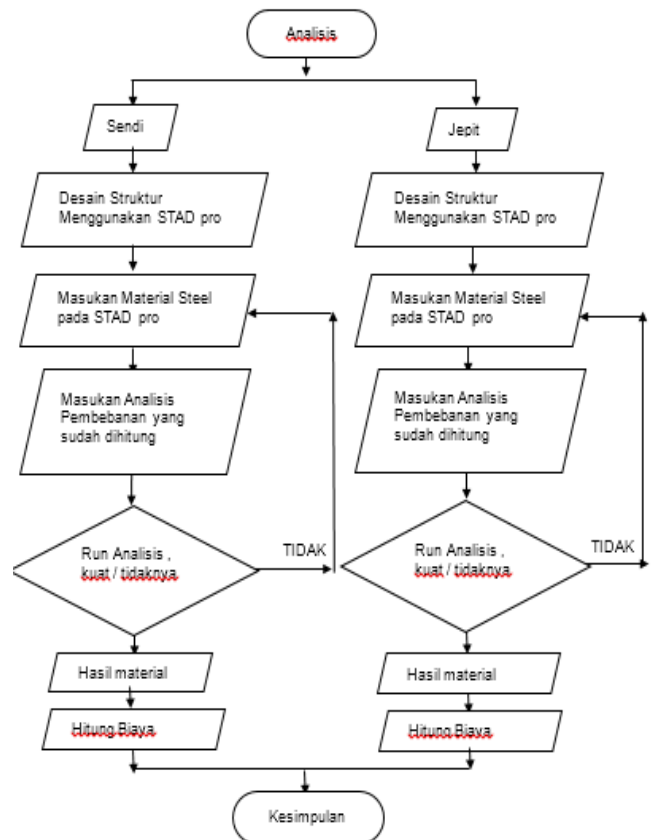
berdasarkan teori yang ia gunakan, dugaan tersebut disebut dengan hipotesis. Untuk membuktikan hipotesis secara empiris, seorang peneliti membutuhkan pengumpulan data untuk diteliti secara lebih mendalam.

Pengumpulan data dan informasi mengenai bangunan Power house mulai dari data umum sampai data teknis. Pengumpulan data dilakukan dengan 2 metode yaitu wawancara dan observasi. Data yang dapat digunakan adalah *Desain Drawing Power House* Data tersebut digunakan untuk pemodelan struktur dengan bentuk 3 dimensi bantuan program bantu metode elemen hingga. Semua struktur di modelkan bentuk 3 dimensi untuk dianalisis lebih lanjut terkecuali model arsitekturalnya tidak dipermodelkan karena tidak mempengaruhi secara signifikan.

Tahap pelaksanaan penelitian dan penulisan yang dilakukan meliputi :

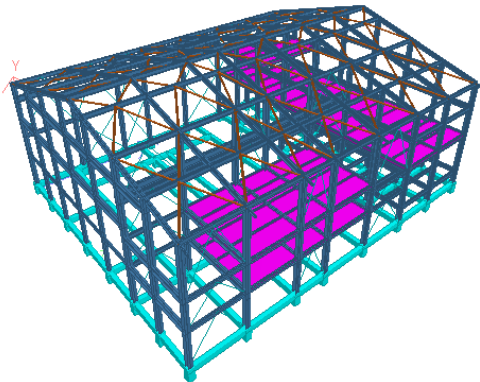
- Melakukan studi literatur untuk mendapatkan tinjauan pustaka
- Membuat model sistem pengumpulan data
- Mengumpulkan data
- Menganalisa data yang didapatkan

Proses penelitian perbandingan tumpuan jepit dan sendi dari segi material dan biaya bisa di lihat dibawah ini:



PEMBAHASAN

Permodelan Struktur Power House



Gambar 4. Pemodelan Power House

Tabel 1 elevasi lantai

No.	Lantai	Elevasi (m)	Selisih Tinggi Floor To Floor (m)	Luas (m ²)
1	Lantai 1	+0.300	-	1.047,25
2	Lantai 2	+6,550	6,250	295
3	Lantai 3	+9,832	3,282	80

SPESIFIKASI MATERIAL

Sebelum mendapatkan material di bawah sebelumnya di Staad pro melakukan percobaan dimensi material untuk jepit WF yang lebih kecil dari ukuran SC1 H300x300 , SC2 H200x200, SB6 WF300x200 , SB7 WF400x200, RF1 WF300x200, RF2 200x200 dan dinyatakan error atau tidak kuat jadi di ubahlah menjadi SC1 H350x350, SC2 H250x250, SB6 WF400x200, SB7 WF 600x200, RF1 WF400x200, RF2 WF300x200 dan dinyatakan aman.untuk sendi WF yang lebih kecil dari ukuran SC1 H300x300 , SC2 H200x200, SB6 WF300x200 , SB7 WF400x200, RF1 WF300x200, RF2 200x200 dan dinyatakan error atau tidak kuat jadi di ubahlah menjadi SC1 H350x350, SC2 H250x250, SB6 WF400x200, SB7 WF 600x200, RF1 WF400x200, RF2 WF300x200 dinyatakan error di ubahlah menjadi SC1 H400x400, SC2 H300x300, SB6 WF500x200, SB7 WF 600x200, RF1 WF450x200, RF2 WF400x200 dan dinyatakan aman.Berikut Material yang di gunakan tumpuan jepit maupun sendi.

Tabel 2. Tumpuan Jepit

No	Member	Profil
1	COLUMN	H 350X350X13X19
2	COLUMN	H 250X250X9X14
3	BEAM	WF 200X100X5.5X8
4	BEAM	WF 300X200X8X12
5	BEAM	WF 400X200X8X13

No	Member	Profil
6	BEAM	WF 600X200X11X17
7	BEAM	H 588X300X12X20
8	RAFTER	WF 400X200X8X13
9	RAFTER	WF 300X200X8X12
10	RAFTER	WF 150X75X5X7
11	BRACE	L 90X90X9
12	BRACE	T 200X200X8X13
13	BRACE	T 250X200X10X16

Tabel 3Tumpuan Sendi

NO	MEMBER	PROFILE
1	COLUMN	H 400X400X13X21
2	COLUMN	H 300X300X10X15
3	BEAM	WF 200X100X5.5X8
4	BEAM	WF 400X200X8X13
5	BEAM	WF 500X200X10X16
6	BEAM	WF 600X200X11X17
7	BEAM	H 588X300X12X20
8	RAFTER	WF 450X200X9X14
9	RAFTER	WF 400X200X8X13
10	RAFTER	WF 150X75X5X7
11	BRACE	L 90X90X9
12	BRACE	T 200X200X8X13
13	BRACE	T 250X200X10X16

MATERIAL PROPERTIS

Kuat tekan beton	: f_c'	= 30 MPa
Hasil minimum stress untuk bar	: f_yd	= 4000 kg/cm ²
Berat satuan beton bertulang	: γ_c	= 2400 kg/m ³
Satuan berat tanah	: γ_s	= 1400 kg/m ³
Satuan berat air	: γ_w	= 1000 kg/m ³
Berat satuan baja	: γ_{steel}	= 7850 kg/m ³
Faktor keamanan (safety factor)		= 2

DIMENSI BANGUNAN

Panjang Bangunan	L : 35.5 m
Lebar Bangunan	B : 29.60 m
Tinggi bangunan	T1 : 12.40 m
Tinggi bangunan total	T2 : 16.60 m

PERHITUNGAN PEMBEBANAN

i. Beban Mati

Berat bangunan dihitung secara otomatis oleh Staad Pro. Menggunakan fitur berat sendiri

Elemen atap

- Berat atap (Zincalum 0.7 mm) = 20 Kg/m²
- Berat Purlin (C150x50x20x3.2) = 6.8 Kg/m
- Panjang kud-kuda = 16.3 m
- Beban Purlin = 8.53 Kg/m²

Total beban atap
 = berat atap+ beban purlin
 = 20 Kg/m² + 8.35 Kg/m²
 = 28.35 Kg/m² = 29 Kg/m²

Berat Satuan Dinding Bata = 250 Kg/m²

Plat lantai

Tebel plat lantai 1 = 200 mm
 Berat plat lantai = Berat beton x tebal plat x ME
 = 2400 x 200 x 0.001 = 488 Kg/m²

= 4.88 kN/m²

Tebal plat lantai 2 & 3 = 120 mm
 = Berat beton x tebal plat x ME
 = 2400 x 120x 0.001 = 288 Kg/m²

= 2.88 kN/m²

ii. Beban hidup

1. Beban hidup atap Lr = 100 Kg/m²

Pengurangan untuk beban hidup atap
 Lr = Lo x R1 x R2 (ASCE 7 – 10)

Dimensi atap

Panjang banagnan = 35.5 m
 Lebar atap = 29.6 m
 Jumlah area = 35.5 m x 29.6 m = 1050.8 m²

Factor reduksi R1 = 0.6 (ASCE 7 – 10)

F = 0.12 x tan ϕ
 = 0.12 x tan 16 = 3.441

R2 = 1 (ASCE 7 – 10)

- Lr = 100 x 0.6 x 1 = 60 Kg/m²

- Rain load R = 20 Kg/m²

- Rata2 beban hidup atap= 60 Kg/m²

- 2. Beban hidup lantai
- Lantai power house = 100 kg/m = 1 kN/m

iii. Beban angin

- 1. Data umum
- Kategori klasifikasi bangunan = III
- Kecepatan angin dasar , V = 28 x 1.19 = 33.33 (from design basic)
- q = V / 16= 33.33 / 16 = 69.4 Kg/m² = 70 Kg/m²
- Tipe bangunan = Building struktur

- 2. Data bangunan utama
- Tinggi building , T = 16.6 m
- Panjang bangunan, P = 35.5 m
- Lebar bangunan ,L = 29.6 m

- 3. Beban angin dari arah X & Z bangunan
- Sisi kolom = q x Lebar x 0.9
- Tengah = 70 Kg/m² x 29.6 m x 0.9 = 1864.8 Kg/m² =>18.64 kN/m²
- Tepi = 70 Kg/m² x 14.8 m x 0.9 = 932.4 Kg/m² => 9.32 kN/m²

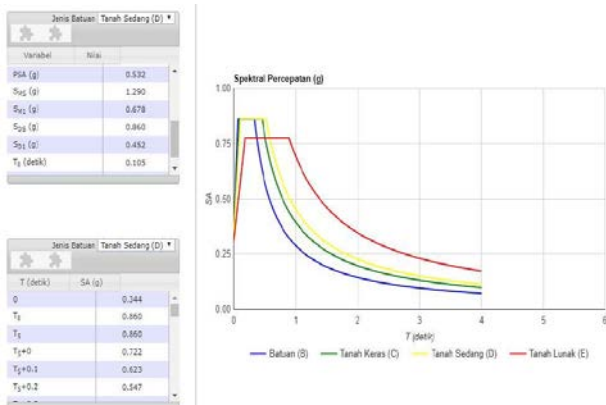
- Sisi atap = q x Lebar x 0.4
- Tengah = 70 Kg/m² x 29.6 m x 0.4 = 828. 8 Kg/m² => 8.28 kN/m²
- Tepi = 70 Kg/m² x 14.8 m x 0.4 = 414.4 Kg/m² => 4.14 kN/m

iv. Beban Gempa

Design respon spectra mengikuti SNI-03-1726-2012
 Tanah dasar : Tanah lunak Kelas D wilayah gempa zona 5

Kategori Resiko Bangunan: Kategori resiko II

- Fa = 1 g
- Ss = 1.29 g
- Fv = 1.567 g
- S1 = 0.433 g
- SMS = Fa x Ss = 1.290
- SM1 = Fv x S1 = 0.679
- Sa = SDS x (0.4+0.6Tf/T0)
- Sa = SD1 / Tf
- SDS = 0.860
- SD1 = 0.452
- T0 = 0.2 SD1 / SDS = 0.2 x 0.452 / 0.860 = 0.105 detik
- Ts = SD1 / SDS = 0.452 / 0.860 = 0.256 detik



Beam And Force

Tabel 4. Beam And Force Jepit

	Beam	L/C	Node	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kN-m	My kN-m	Mz kN-m
Max Fx	259	38 1,2 DL + 1	250	1944.2	1.37	0.565	0.004	-2.006	1.81
Min Fx	10	39 0,9 DL + 1	17	-334.7	1.17	0	0	0	0
Max Fy	45	38 1,2 DL + 1	55	0	470.458	0	0	0	451.727
Min Fy	457	38 1,2 DL + 1	58	0	-456.591	-0.001	0	0	437.86
Max Fz	542	37 1,2 DL + 1	225	86.104	-10.393	344.2	-0.064	-5.565	-37.596
Min Fz	582	37 1,2 DL + 1	183	36.406	5.735	-572.2	0.28	381.567	0.532
Max Mx	1512	37 1,2 DL + 1	216	213	-60.457	-61.8	60.322	-1.646	-35.019
Min Mx	1397	37 1,2 DL + 1	628	198.82	5.735	158	-24.867	-58.369	17.252
Max My	223	37 1,2 DL + 1	220	106.15	-5.882	-397.4	9.881	1377.658	-26.532
Min My	237	37 1,2 DL + 1	219	67.179	-1.956	104.3	-0.013	-1560.05	-8.09
Max Mz	1230	38 1,2 DL + 1	542	0	-295.886	0	0	-0.001	471.582
Min Mz	571	38 1,2 DL + 1	305	47.989	91.909	0.289	0.006	0.247	-527.421

Tabel 5. Beam And Force Sendi

	Beam	L/C	Node	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kip-in	My kip-in	Mz kip-in
Max Fx	259	35 1,2 DL + 1	250	1113.9	0	0	0	0	0
Min Fx	10	37 1,2 DL + 1	17	-330.5	1.561	0	0.002	0	0
Max Fy	45	35 1,2 DL + 1	55	0	300.198	-0.001	0	0.006	2548.234
Min Fy	457	36 1,2 DL + 1	58	0	-313.681	0.022	0	0.065	2667.562
Max Fz	542	37 1,2 DL + 1	225	101.27	-14.648	344.4	-0.567	-81.936	-394.478
Min Fz	582	37 1,2 DL + 1	183	35.308	9.51	-568.9	-18.365	3294.908	20.683
Max Mx	1512	37 1,2 DL + 1	216	203.31	-64.714	-69.06	788.443	52.026	-311.776
Min Mx	1397	37 1,2 DL + 1	628	190.06	9.51	152.7	-310.96	-527.118	245.791
Max My	223	37 1,2 DL + 1	220	123.02	-7.402	-395.2	84.745	12173.63	-283.789
Min My	237	37 1,2 DL + 1	219	76.179	-2.645	104.3	-0.043	-13624.9	-80.954
Max Mz	1534	37 1,2 DL + 1	128	29.269	-5.975	-0.026	-6.53	-1.356	4177.796
Min Mz	571	35 1,2 DL + 1	305	34.113	69.333	0.041	0.041	0.388	-2985.97

Displacement

Tabel 6. Displacement Jepit

	Node	L/C	Horizontal X mm	Vertical Y mm	Horizontal Z mm	Resultant mm	Rotational rX rad	rY rad	rZ rad
Max X	218	37 1,2 DL + 1,3 WL	622.257	-0.008	1.234	3622.258	0	-0.167	0.001
Min X	212	37 1,2 DL + 1,3 WL	-40.004	-0.893	0.853	40.023	0	0.003	-0.003
Max Y	190	39 0,9 DL + 1 WL	0.564	83.7	-11.265	84.457	0	0	0
Min Y	191	38 1,2 DL + 1 E + L	0.885	-119.244	14.946	120.18	0.002	0	0
Max Z	128	37 1,2 DL + 1,3 WL	0.289	-0.158	79.537	79.538	0.001	0.023	0
Min Z	129	38 1,2 DL + 1 E + L	0.33	-0.618	-48.088	48.093	-0.004	0.007	0
Max rX	485	38 1,2 DL + 1 E + L	0.61	-74.849	2.546	74.895	0.018	0	0
Min rX	709	37 1,2 DL + 1,3 WL	-0.218	-16.737	16.358	23.404	-0.017	0.001	0
Max rY	625	37 1,2 DL + 1,3 WL	11.163	-0.126	1.45	11.257	0	0.597	0
Min rY	628	37 1,2 DL + 1,3 WL	2.399	-0.097	1.08	2.633	0	-0.512	0.001
Max rZ	223	37 1,2 DL + 1,3 WL	1327.312	-0.289	1.034	1327.312	0	0.157	0.577
Min rZ	669	37 1,2 DL + 1,3 WL	1813.967	-0.03	0.775	1813.968	0	-0.079	-0.456
Max Rst	218	37 1,2 DL + 1,3 WL	3622.257	-0.008	1.234	3622.258	0	-0.167	0.001

Tabel 7. Displacement Sendi

	Node	L/C	Horizontal X mm	Vertical Y mm	Horizontal Z mm	Resultant mm	Rotational rX rad	rY rad	rZ rad
Max X	218	37 1,2 DL + 1,3 W	549.005	0.053	0.942	3549.01	0	-0.165	0
Min X	212	37 1,2 DL + 1,3 W	-24.711	-0.621	0.635	24.727	0	0.002	-0.002
Max Y	190	37 1,2 DL + 1,3 W	0.66	79.05	-10.103	79.696	-0.001	0	0
Min Y	190	35 1,2 DL + 1,6 LL	0.136	-38.921	4.743	39.209	0.001	0	0
Max Z	128	37 1,2 DL + 1,3 W	0.309	-0.091	60.076	60.077	0.001	0.021	0
Min Z	292	37 1,2 DL + 1,3 W	0.434	-0.388	-18.933	18.942	-0.001	0	0
Max rX	17	37 1,2 DL + 1,3 W	0.198	38.166	1.698	38.205	0.008	0	0
Min rX	709	37 1,2 DL + 1,3 W	-0.47	-13.623	16.506	21.407	-0.014	0.001	0
Max rY	625	37 1,2 DL + 1,3 W	7.609	-0.081	1.187	7.701	0	0.585	0
Min rY	628	37 1,2 DL + 1,3 W	2.859	-0.057	0.769	2.961	0	-0.496	0
Max rZ	223	37 1,2 DL + 1,3 W	1302.57	-0.251	0.667	1302.57	0	0.154	0.566
Min rZ	669	37 1,2 DL + 1,3 W	1779.17	0.007	0.561	1779.17	0	-0.079	-0.446
Max Rst	218	37 1,2 DL + 1,3 W	3549.01	0.053	0.942	3549.01	0	-0.165	0

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tabel 8. Tumpuan Jepit

POWER HOUSE STEEL STRUCTURE								
PLTMG SERAM PEAKER 20 MW (Tumpuan Jepit)								
NO	MEMBER	PROFILE	WEIGHT		TOTAL LENGTH M	TOTAL WEIGHT		Total harga
			KG/M	QTY		KG	Rp	
1	COLUMN	H 350X350X13X19	136	47	567.371	77.162.46	17,800.00	1,373,491,716.80
2	COLUMN	H 250X250X9X14	72.4	4	58.381	4,226.78	17,800.00	75,236,762.32
3	BEAM	WF 200X100X5.5X8	21.3	4	16.64	354.43	18,300.00	6,486,105.60
4	BEAM	WF 300X200X8X12	56.8	162	1608.66	91,371.89	18,300.00	1,672,105,550.40
5	BEAM	WF 400X200X8X13	66	56	273.3	18,037.80	18,300.00	330,091,740.00
6	BEAM	WF 600X200X11X17	106	56	205.2	21,751.20	18,300.00	398,046,960.00
7	BEAM	H 588X300X12X20	151	38	222.1	33,537.10	17,800.00	596,960,380.00
8	RAFTER	WF 400X200X8X13	66	64	236.8	15,628.80	18,300.00	286,007,040.00
9	RAFTER	WF 300X200X8X12	56.8	49	248.5	14,114.80	18,300.00	258,300,840.00
10	RAFTER	WF 150X75X5X7	14	16	16	224.00	18,300.00	4,099,200.00
11	BRACE	L 90X90X9	33	82	487.264	16,079.71	16,000.00	257,275,392.00
12	BRACE	T 200X200X8X13	33	76	342.3	11,295.90	18,300.00	206,714,970.00
13	BRACE	T 250X200X10X16	44.8	12	54.004	2,419.38	18,300.00	44,274,639.36
Total						306,204.25		5,509,091,296.48

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tabel 9. Tumpuan Sendi

POWER HOUSE STEEL STRUCTURE								
PLTMG SERAM PEAKER 20 MW (Tumpuan Sendi)								
NO	MEMBER	PROFILE	WEIGHT		TOTAL LENGTH M	TOTAL WEIGHT		Total (harga)
			KG/M	QTY		KG	Rp	
1	COLUMN	H 400X400X13X21	172	47	567.371	97,587.81	17,800.00	1,737,063,053.60
2	COLUMN	H 300X300X10X15	94	4	58.381	5,487.81	17,800.00	97,683,089.20
3	BEAM	WF 200X100X5.5X8	21.3	4	16.64	354.43	18,300.00	6,486,105.60
4	BEAM	WF 400X200X8X12	66	162	1608.66	106,171.56	18,300.00	1,942,939,548.00
5	BEAM	WF 500X200X10X13	89.6	56	273.3	24,487.68	18,300.00	498,124,544.00
6	BEAM	WF 600X200X11X17	106	56	205.2	21,751.20	18,300.00	398,046,960.00
7	BEAM	H 588X300X12X20	151	38	222.1	33,537.10	17,800.00	596,960,380.00
8	RAFTER	WF 450X200X9X11	76	64	236.8	17,996.80	18,300.00	329,341,440.00
9	RAFTER	WF 400X200X8X13	66	49	248.5	16,401.00	18,300.00	300,138,300.00
10	RAFTER	WF 150X75X5X7	14	16	16	224.00	18,300.00	4,099,200.00
11	BRACE	L 90X90X9	33	82	487.264	16,079.71	16,000.00	257,275,392.00
12	BRACE	T 200X200X8X13	33	76	342.3	11,295.90	18,300.00	206,714,970.00
13	BRACE	T 250X200X10X16	44.8	12	54.004	2,419.38	18,300.00	44,274,639.36
Total						353,794.39		6,369,147,621.76

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Perbandingan struktur Gedung Power House Jepit dan Sendi , maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis perencanaan desain menggunakan Staad pro perencanaan Gedung Power House tersebut dinyatakan aman dari segi tumpuan jepit dan sendi.
2. Berdasarkan hasil analisis tersebut membandingkan tumpuan jepit dan sendi menghasilkan nilai rencana anggaran biaya untuk Jepit Rp.5.509.091.296,48 dan Sendi Rp. 6.369.147.621,76 jadi yang lebih Efisien adalah tumpuan Jepit.
3. Berdasarkan analisis material yang digunakan adalah jepit sebagai berikut :

COLUMN	H 350X350X13X19
COLUMN	H 250X250X9X14
BEAM	WF 200X100X5.5X8
BEAM	WF 300X200X8X12
BEAM	WF 400X200X8X13
BEAM	WF 600X200X11X17
BEAM	H 588X300X12X20
RAFTER	WF 400X200X8X13
RAFTER	WF 300X200X8X12
RAFTER	WF 150X75X5X7
BRACE	L 90X90X9
BRACE	T 200X200X8X13
BRACE	T 250X200X10X16

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama saya ucapkan terima kasih kepadakedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan mensupport saya dari awal kuliah sampai sekarang, kedua saya terima kasih kepada pak kusno adi sambowo selaku pembimbing saya yang membantu menyelesaikan tugas akhir ini, ketiga terima kasih kepada kuta jurusan pak akhmad dofir, sekertaris jurusan ibu niken warastuti dan dosen-dosen yang lain telah mengajarkan dan membagikan ilmunya kepada saya, yang ke 4 terima kasih kepada pak dewanto dan ibu siska yang memberi data untuk tugas akhir saya, dan yang terakhir terima kasih kepada temen-temen saya yang telah mendoakan dan mensupport saya dari belakang terutama team Hasemeleh Uni-uni Padang Dinni, Mila dan Ledy, dan abang-abang ku Bang roni dan Yonky.

REFERENSI

- Anonim.** (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 03-1726-2012, BSN, Bandung.
- Anonim.** (1983) Peraturan Pembebanan Indonesia Gedung 1983, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim.** Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE 7-10 Standard. Amerika
- Daniel L. Schodek, (1999), Struktur, Erlangga, Jakarta.
- GEOCON Reka Cita (2017) *Data tanah Bore Log Lokasi Seram Peaker*
<http://hmt.mining.itb.ac.id/proyek-35000-mw/>, diakses pada hari kamis, 05 April 2018
<http://puskim.pu.go.id/peta-zonasi-gempa/>
[http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain spektra indonesia 2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

Harga satuan *Jurnal Of Buiding Constraction, Interior & Material Price Tahun XXIV 2018*
 Harga Satuan Vendor Gunung Garuda

Johan A, Asjhar I, Septia H. S. (2013). *Analisa Tegangan Yang Terjadi Pada Geladak Kapal Tanker Akibat Pengaruh Perubahan Letak Pembujur Geladak Dengan Metode Elemen Hingga*. Surabaya

Muhammad,K .(2009). *Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Tujuh Lantai Sebagai Hotel*. Surakarta

Mohammad, Y.A.W.(2017). *Evaluasi Kinerja Gaya Gempa Terhadap Struktur Gedung Bertingkat Dengan Beton Bertulang Berdasarkan Analisis Respon Spektrum Menggunakan Program Bantu Elemen Hingga*. Jakarta