



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Audit Struktur Bangunan Gudang B PT. BSSW-DIVISI GLUCOSE dengan Sistem bangka baja memikul momen (SBBMM) menggunakan program ETAB.

Brameswara Arizona ^{a,*} Hari Tri Yuliansyah ^b dan Andra Kurnia Margayanto ^b

Cv. Hight Art National (HANA), Desa bumiharjo, kec. Batanghari, Kab. Lampung Timur - 34381

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Masuk 10 Agustus 2023

Diterima 10 September 2023

Kata kunci:

Audit Struktur Bangunan

SBBMM

SNI 2847:2019

SNI 1726:2019

Audit struktur bangunan adalah serangkaian kegiatan pemeriksaan kesehatan bangunan guna memastikan bahwa suatu bangunan aman, tidak mengandung resiko keamanan yang membahayakan dan layak untuk dihuni atau dimanfaatkan. Audit struktur bertujuan untuk melakukan indentifikasi dengan benar bagian mana dari bangunan yang memerlukan perbaikan, renovasi, peenggantian total atau memberikan rekomendasi layak atau tidaknya suatu bangunan dipertahankan PT. Budi Starch & Sweetener. Tbk (PT. BSSW) merupakan salah satu agroindustri yang terdapat diwilayah administrative Kabupaten Lampung Tengah yang telah melakukan revitalisasi bangunannya sejak tahun 2014, berdasarkan umur bangunannya perlu ditinjau kembali untuk melihat kelaikan fungsi bangunannya berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 /PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung.

1. Pendahuluan

1.1. umum

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki tingkat resiko terhadap gempa bumi yang cukup tinggi Gempa bumi merupakan bencana alam yang tidak dapat diprediksi besar skalanya , lokasi terjadinya dan waktunya. Oleh sebab itu diperlukan antisipasi untuk bencana tersebut.

Wilayah kepulauan Indonesia berada di antara empat sistem tektonik yang aktif, yaitu tapal batas lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, lempeng Filipina, dan lempeng Pasifik.

Berbagai bencana telah melanda di sebagian wilayah di Indonesia. Secara historis pun tercatat adanya bencana-bencana yang lebih besar yang pernah terjadi. Bencana alam masih akan terjadi baik yang sudah dapat diprediksi maupun yang belum dapat diprediksi waktunya (Amhar dan Poniman 2010).

Bencana gempa bumi juga dapat menimbulkan korban jiwa jika infrastruktur dibangun tidak mengikuti peraturan yang ada. Salah satu faktor yang mempengaruhi perkuatan struktur adalah umur bangunan. Bencana gempa bumi juga

dapat menimbulkan korban jiwa jika infrastruktur dibangun tidak mengikuti peraturan yang ada.

1.2. Permasalahan

PT. Budi Starch & Sweetener. Tbk (PT. BSSW) merupakan salah satu agroindustri yang terdapat diwilayah administrative Kabupaten Lampung Tengah yang telah melakukan revitalisasi bangunannya sejak tahun 2014, berdasarkan umur bangunannya perlu ditinjau kembali untuk melihat kelaikan fungsi bangunannya berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 /PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung.

Oleh karena kondisi warehouse sudah lama belum dilakukan revitalisasi sehingga perlu di audit struktur bangunan gedungnya.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui mutu material eksisting dari pengujian-pengujian *destructive test* dan *non destruktive test*.
2. Mengetahui keandalan struktur terkait beban gravitasi yang terjadi.

*Penulis korespondensi.

E-mail: bramesvara@gmail.com

- Mengetahui keandalan struktur terkait beban gempa.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Evaluasi struktur gedung

Karundeng Dkk (2015) menyatakan evaluasi struktur gedung bisa digunakan kembali asalkan sudah dikaji kekuatan struktur yang ada

2.2 Evaluasi material eksisting

Ada beberapa macam dari pengujian struktur beton yang dapat digunakan, sebagai berikut: non destructive test , yakni pengujian bersifat tidak merusak dan destructive test yakni pengujian yang dapat merusak (Nasrudiin, 2015)

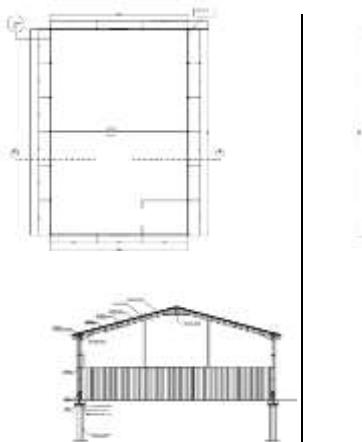
2.3 Evaluasi rencana struktur gedung

Menurut Wuriyanti (2013) keandalan kemampuan struktur atau elemen struktur dalam memenuhi persyaratan dalam memenuhi beban kerja yang direncanakan dalam kurun waktu tertentu. Evaluasi struktur gedung juga perlu mempertimbangkan peraturan yang berlaku (Hamidi,2016)

3. Metodologi

3.1 Data Pengujian

Nama Gedung	: Warehouse B
Lokasi	: Gunung Batin – Lampung Tengah
Jumlah Lantai	: 1 Lantai + 1 Atap
Jenis Struktur	: Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
Jenis Pondasi	: Pondasi Telapak dengan Modifikasi



Gambar 1. (a) Denah dan Detail Struktur Atas (b) Potongan Struktur

3.2 Standar Acuan

- Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI-1727- 2020),
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI-1726-2019),
- Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perencanaan gedung tahan gempa (SNI-8899-2020),

- Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI- 2847-2019),
- Panduan desain sederhana untuk bangunan beton bertulang (SNI-8900-2020),
- Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020)
- Baja Tulangan Beton (SNI 2052:2017),
- Seismic Evaluation and Retrofit Of Existing Buildings (ASCE 41-17),
- Code Requirements Of Evaluation, Repair, Rehabilitation Of Concrete Building and Commentary (ACI 562 - 19).

3.3 Pengujian-Pengujian

Adapun pengujian-pengujian dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Survey Visual
- Hammer Test (Pemeriksaan Homogenitas Mutu Permukaan Beton)
- Pengujian Mutu Baja (Visual)
- Galian Pondasi.

4. Hasil dan pembahasan

4.1 Hasil Survei Visual

Adapun hasil pemeriksa visual didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Survei Visual (a) korosi pada bagian kolom baja

4.2 Hasil Analisis Pengujian Material

1. Hammer Test (Pemeriksaan Homogenitas Mutu Permukaan Beton)

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan nilai yang dihasilkan schimidt hammer. Hasil tersebut kemudian diolah dan menghasilkan output seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. Pengujian Hammer Test

EVALUASI MUTU BETON PEMERIKSAAN HAMMER TEST										
HARI DAN TGL : 14 Des 2022 NAMA BANGUNA : Gudang B DILAKUKAN PADA : Lampung Selatan, Lampung KAWASAN : Lampung Selatan, Lampung										
NO. SIRI	ANGKA PANTUL							RATA RATA	ARAH	PENGARUH KUAT BERAT TERHADAP KG/cm² (Kilogram)
	1	2	3	4	5	6	7			
1	34	32	33	33	31	35	31	31	↓	326,4
2	36	35	33	32	34	38	31	32	↑	326,4
3	29	34	34	31	36	33	31	36	↑	326,4
4	27	26	33	29	32	34	31	35	↓	326,3
RATA-RATA KEKUATAN BETON TERHADAP (kg/cm²)										
TIM STRUKTUR					TIM STRUKTUR					
					BRAM					
Surveyor					Surveyor					

Tabel 1. Pengujian Hammer Test

4.3 Pembebaan Struktur

1. Beban Mati

Beban mati secara otomatis dihitung oleh program analisis struktur. Sedangkan beban mati tambahan sebagai berikut:

Elemen Mati	Elemen Belasan
Beton dinding	2400 kg/m ² (1.96 kN/m ²)
Dinding lantai (Pembatas)	1200 kg/m ² (1.19 kN/m ²)
Total 12.47	288.000 kg/m ² (28.800 kN/m ²)
Total 31.47	31.470 kg/m ² (3.03 kN/m ²)
Mengabaikan halogenating	18.000 kg/m ² (1.76 kN/m ²)
Lantai beton	16.000 kg/m ² (1.54 kN/m ²)
Sedot Beton Beton	2.000 kg/m ² (0.19 kN/m ²)
Menyediakan 1.000 kg/m ²	1.000 kg/m ² (0.09 kN/m ²)

Tabel 2. Rincian Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan akibat beban dinding : 1,96 kN/m²
Beban ini kemudian perlu dikalikan terhadap tinggi bersih antar lantai struktur bangunan agar menjadi beban garis (kN/m) yang akan bekerja di atas balok struktur.

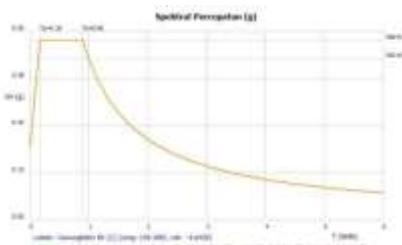
2. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan pada analisis ini mengacu pada peraturan SNI Pembebaan untuk Bangunan Gedung 1727:2020 yaitu :

$$\text{Beban gudang ringan} = 125 \text{ kN/m}^2$$

3. Beban Gempa

Analisis beban gempa ditentukan sesuai dengan yang disyaratkan oleh Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2019 dan Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perencanaan gedung tahan gempa SNI-8899-2020.



Tabel 3. Spektrum Gempa

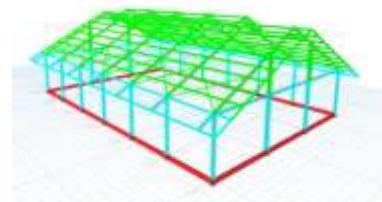
4. Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang diakibatkan oleh faktor lingkungan yaitu faktor angin itu sendiri.

Kecepatan angin dasar harus ditentukan oleh instansi yang berwenang, namun dalam pemeriksaan kecepatan angin harus di rencanakan minimal sebesar 90 mph (40 m/s).

Menentukan Parameter Beban Angin Kategori Eksposure: pada kasus ini dipilih Kekasaran Permukaan B yakni untuk daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat

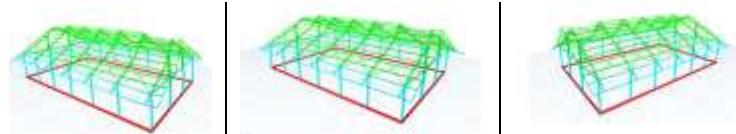
4.4 Pemodelan dan Input Hasil Analisis Struktur



Gambar 4. Pemodelan Struktur



Gambar 5. Output Gaya Dalam (a) Aksial Diagram (b) Shear Diagram (c) moment diagram



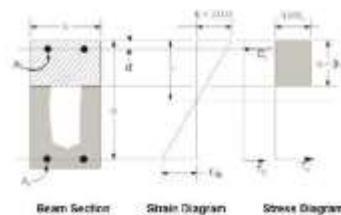
Gambar 6. Output Gaya Dalam (a) Moment Slab (b) Displacement (c) lendutan

4.5 Pemeriksaan elemen struktur

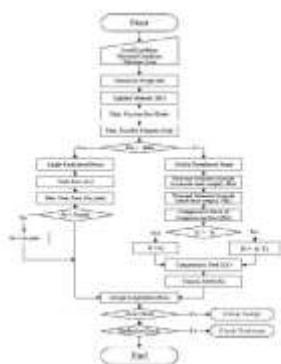
Re-view hasil analisis struktur terhadap kondisi ekisting. Analisa berikut mengikutisertakan hasil pemberian gravitasi dan gempa. Berikut hasil analisanya

a. Pengecekan Lentur Balok Sloof

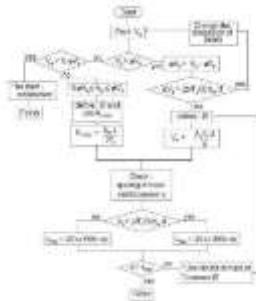
Perencanaan Tulangan Lentur pada balok beton berpenampang persegi yang memikul momen ultimit rencana didasarkan yang disederhanakan. Pada gambar ditunjukkan diagram tegangan regangan yang terjadi pada balok beton berpenampang persegi yang memikul lentur. Area Beton Tekan disederhanakan sebagai balok persegi dengan tegangan beton 0.85 F'c dan tinggi Balok, $a=B1c$, Dimana c adalah jarak dari serat tekan ke garis netral.



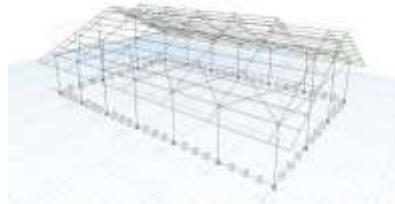
Gambar 7. Diagram Tegangan Regangan Lentur Balok Beton Bertulang



Gambar 8. Diagram Alir Pengecekan Lentur Pada Balok

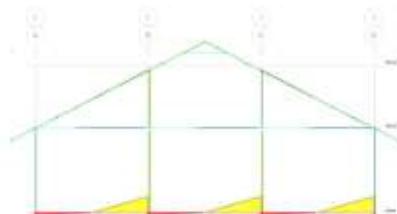


Gambar 9. Diagram Alir Perencanaan Geser Balok Beton Bertulang



4.6 Pengecekan Elemen Struktur sloof Gedung

Gambar 10. Reaksi Perletakan Beban Gempa



Gambar 11. kombinasi Beban Gravitasi dan Beban Gempa pada sloof

Steel Section D400/350x180					
Level	Element	Unit	Value	Length (mm)	L/R
Base	D400	mm	350	180	12,333.0
Section Properties					
S (mm)	10 (mm)	S (mm)	41,200	A (mm)	41,200
I (mm)	400	I (mm)	221	J (mm)	221
Material Properties					
E (MPa)	7,000	E (MPa)	7,000	G (MPa)	7,000
Yield (MPa)	355	Yield (MPa)	355	Ultimate (MPa)	355
Design Code Parameters					
ϕ	0.90	ϕ_m	0.75	ϕ_c	0.90
ψ	0.85	ψ_m	0.75	ψ_c	0.90
Plastic Resistance for Major Axis Moment, M_p					
Area	41,200 mm ²	Stud Area	0 mm ²	Web Area	41,200 mm ²
Top Flange Area	355	Top Flange Stud Area	0	Top Flange Web Area	355
Bottom Flange Area	355	Bottom Flange Stud Area	0	Bottom Flange Web Area	355
Top Flange Width	400	Top Flange Stud Width	0	Top Flange Web Width	400
Bottom Flange Width	400	Bottom Flange Stud Width	0	Bottom Flange Web Width	400
Plastic Design Moment M_{pl} and Axial Force P_y					
Station-Len	mm	Design M _{pl}	mm ²	Design P _y	N/mm
Top 1.0 Metre (0)	0	111,610	0	35,000.00	
Top 1.0 Metre (1)	400	111,610	0	35,000.00	
Top 1.0 Metre (2)	800	111,610	0	35,000.00	
Bottom 1.0 Metre (1)	0	111,610	0	35,000.00	
Bottom 1.0 Metre (2)	400	111,610	0	35,000.00	
Bottom 1.0 Metre (3)	800	111,610	0	35,000.00	
Plastic Reinforcement for Major Flange, R_p					
End-1 Width (0)	355	Width A, 0	355	End-1 Area	0
End-1 Width (1)	355	Width A, 1	355	End-1 Area	0
End-1 Width (2)	355	Width A, 2	355	End-1 Area	0

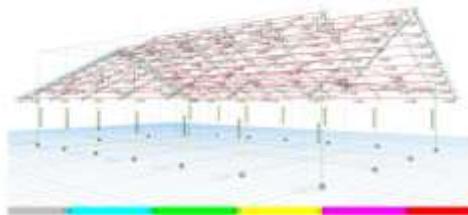
Gambar 12. struktur balok memenuhi syarat secara teknis dalam menahan kombinasi beban



Gambar 13. Pengecekan Lendutan Elemen Struktur Balok

4.6.1 Pengecekan Struktur Komposit

Adapun hasil tinjauan beban gravitasi sebagai berikut:



Gambar 14. Nilai Kolom Gedung B

Gambar 10. Reaksi Perletakan Beban Gempa

Gambar 11. kombinasi Beban Gravitasi dan Beban Gempa pada sloof

ETABS Steel Frame Design EN 1993-1-8 Wind Action - Strength Assessment									
Design Criteria									
Design Method	Wind Speed	Wind Direction	Wind Velocity	Wind Pressure Coeff.	Wind Load	Wind Load Factor	Wind Load Duration Factor	Wind Load Reduction Factor	Wind Load Component
Wind and Demand Factors Data									
Wind Speed	1.0000	0.0000	Wind Load						
Wind Direction	0.0000	0.0000	Wind Velocity						
Analysis and Design Parameters									
Number of Bays	1	1	Number of Columns	1	1	Number of Rows	1	1	Number of Bays
Number of Bays	1	1	Number of Columns	1	1	Number of Rows	1	1	Number of Bays
Wind Load Reduction Factors									
Wind Speed	1.0000	0.0000	Wind Load Factor			Wind Load Duration Factor			Wind Load Reduction Factor
Wind Direction	0.0000	0.0000	Wind Velocity			Wind Load Factor			Wind Load Duration Factor
Design Parameters									
Wind Speed	1.0000	0.0000	Wind Load			Wind Load Factor			Wind Load Component
Wind Direction	0.0000	0.0000	Wind Velocity			Wind Velocity			Wind Velocity
Design Wind Components									
W ₁	0.0000	W ₂	0.0000	W ₃	0.0000	W ₄	0.0000	W ₅	0.0000
W ₆	0.0000	W ₇	0.0000	W ₈	0.0000	W ₉	0.0000	W ₁₀	0.0000
Design Wind Components									
W ₁ (W ₁)	1.0000	W ₂ (W ₂)	0.0000	W ₃ (W ₃)	0.0000	W ₄ (W ₄)	0.0000	W ₅ (W ₅)	0.0000
W ₆ (W ₆)	0.0000	W ₇ (W ₇)	0.0000	W ₈ (W ₈)	0.0000	W ₉ (W ₉)	0.0000	W ₁₀ (W ₁₀)	0.0000
Design Properties									
S ₁₋₁ (P)	1.0000	S ₁₋₂ (P)	0.0000	S ₁₋₃ (P)	0.0000	S ₁₋₄ (P)	0.0000	S ₁₋₅ (P)	0.0000
S ₁₋₆ (P)	0.0000	S ₁₋₇ (P)	0.0000	S ₁₋₈ (P)	0.0000	S ₁₋₉ (P)	0.0000	S ₁₋₁₀ (P)	0.0000
Structural Properties									
S ₁₋₁ (L)	1.0000	S ₁₋₂ (L)	0.0000	S ₁₋₃ (L)	0.0000	S ₁₋₄ (L)	0.0000	S ₁₋₅ (L)	0.0000
S ₁₋₆ (L)	0.0000	S ₁₋₇ (L)	0.0000	S ₁₋₈ (L)	0.0000	S ₁₋₉ (L)	0.0000	S ₁₋₁₀ (L)	0.0000
Structural Members									
Structural Member	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Structural Member	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Structural Members									
Structural Member	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Structural Member	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Gambar 18. ETABS Steel Frame Design

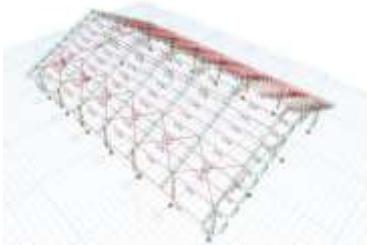
Gambar 15. ETABS Steel Frame Design

Structural Check Factors and Moments						
Location (m)	F _z (kN)	M _z (kNm)	M _y (kNm)	V _x (kN)	V _y (kN)	T _{xy} (kN-m)
0	-1500 - 3000	0	0	0	0	0
Assume Factor B: Structural Moment Design Factors = 0.75 x 1.0						
	L _{min}	R _{min}	R _{max}	D _{min}	D _{max}	C _{min}
Mean Spanning	0.250	1	1	1	1	1
Mean Spanning	0.300	1	1	1	1	1
Parameters for Lateral Tension Rating						
	L ₀	R ₀	R ₁			
	0.000	1	1.000			
Dimensionless Capacity (DC) Ratios Eqn 201.1a						
DC ₁ (Radius)	$\left(\frac{P_{y1} - P_{y2}}{(P_{y1} + P_{y2})} \right) \left(\frac{M_{z1} - M_{z2}}{(M_{z1} + M_{z2})} \right)$					
0.137	$= \frac{0.75}{1.0} \times \frac{-0.1}{-0.1} = 0.75$					
Assume Forces and Capacities						
P _y (kN/m)	q _p (Capacity (kN))	q _{pl} (Capacity (kN))				
1000/10.0	1000	1000				
Moments and Capacities						
	M _z (moment (kNm))	M _z (kNm)	M _y (LTD (kNm))	M _y (C=1.0 (kNm))		
Mean Spanning	0	0	2113.750	1881.775		
Mean Spanning	0	0	2000.0	1750.0		
Mean Strength						
	V _x (Force (kN))	V _y (Capacity (kN))	M _z (Capacity (kNm))	M _y (Capacity (kNm))		
Mean Spanning	0	1000.0	2000.0	1750.0		
Mean Spanning	0	1000.0	2000.0	1750.0		

Gambar 16. Stress Check and Momen

4.6.2 Pengecekan Rangka Baja Atap

Adapun hasilnya sebagai berikut:



Gambar 17. Nilai Rangka Atap Baja Gording CNP Gedung B

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (SF=1.0)						
	L-Factored	A _c	M _c	M _b	R _f	S =
Steel Beams	1.00	1	1	1	1	2
Wood Beams	0.80	1	1	1	1	0
Parameters for Lateral-Torsion Buckling						
	E _{st}	K _{st}	C _{st}			
Steel	29,000	1	0.0001			
Wood	1	1	0.0001			
Design Capacity (DC) Ratios (Eqn 201-16)						
DC Ratio =	$\frac{(P^* - P_f)}{(P^* - P_f) + (M_{c,max} + M_{b,max})}$					
0.974 =	$\frac{0.974}{0.974 + 0.0254 \times 2}$					
Axial Force and Capacities						
P _f Force (kN)	ΔP _f Capacity (kN)	ΔP _f Capacity (kN)				
0	17,400	147,212				
Moments and Capacities						
M _b Moment (kNm)	ΔM _b Capacity (kNm)	ΔM _b Capacity (kNm)	ΔM _b Capacity (kNm)			
Steel Beams	1,600.0	8,762.1	8,762.1	8,762.1		
Wood Beams	0	0.4775				
Biaxial Strength						
	V _b Force (kN)	W _b Capacity (kN)	Stress Ratio			
Steel Beam	0.9899	0.9899	0.54			
Wood Beam	0	27,270	0			
Third Reaction Major Shear Forces						
Left End Reaction (kN)		Load Coords	Right End Reaction (kN)		Load Coords	
0.0224		0.000000	0.0226		0.0001276	

Gambar 19. Axial Force

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis audit struktur dan kemudian dimodelkan menggunakan program ETABS dapat dilihat bahwa gaya yang Sebagian gording terjadi berada di garis merah yang dapat disimpulkan bahwa secara teknis gording sudah mengalami korosi dan belum memenuhi untuk menahan kombinasi beban gempa sehingga perlu dilakukannya revitalisasi bangunan Gudang B.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Daftar pustaka

- BSN. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, SNI – 1726 – 2019.

BSN. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI – 2847 – 2019.

BSN. 2020. *Beban Minimum untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*, SNI – 1727 – 2020.

BSN. 2020. *Tata Cara Pemilihan dan Modifikasi Gerak Tanah Permukaan Untuk Perencanaan Gedung Tahan Gempa*, SNI 8899-2020

BSN. 2020. *Panduan desain sederhana untuk Bangunan Beton Bertulang*, SNI 8900;2020

BSN. 2020. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, SNI 1729:2020

- BSN. 2027. Baja Tulangan Beton, SNI 2052 2017*
- Hamidi, Fakhri. 2016. Analisis dan Evaluasi Struktur Atas Gedung Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB Terhadap Faktor Gempa Berdasarkan SNI 1727:2013; Bogor. Institut Pertanian Bogor*
- Karundeng, Vity Stilvan Dkk. 2015. Penerapan Metode Sechmid Hammer Test dan Core Drilled Test Untuk Evaluasi Kuat Tekan Beton Pada Ruang IGD RSGM Unisrat Guna Alih Fungsi Bangunan , Manado. Universitas Sam Ratulangi.*
- Nasruddin Dkk. 2015. Analisis Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton antara Destructive Test dan Non Destructive Test dalam Perawatan Basah dan Kering , Makasar. Prosiding Temu Ilmiah IPLBI.*