

Analisa Keamanan Dan Kenyamanan Bangunan Pabrik Menggunakan Struktur Baja Terhadap Getaran Mesin (Studi Kasus: Gedung Pabrik Tisu, Palembang)

Ade Firmansyah¹, Ignatius Sudarsono²

^{1,2} Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Langlangbuana
e-mail: adefirmansyah6767@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis keamanan dan kenyamanan bangunan pabrik berstruktur baja terhadap getaran mesin produksi tisu pada Gedung Pabrik Tisu di Sungai Batang, Air Sugihan, OKI–Palembang. Pemodelan struktur dilakukan dengan ETABS menggunakan metode LRFD mengacu pada SNI 1729:2020 dan pembebanan SNI 1727:2020. Beban dinamis mesin dimodelkan sebagai beban harmonik sinusoidal pada analisis time history. Evaluasi kinerja meliputi verifikasi kekuatan elemen (lentur, geser, tekan/tarik), gaya geser dasar, simpangan antar lantai (batas 0,015 hsx), serta kenyamanan/risiko kerusakan melalui parameter Peak Particle Velocity (PPV) yang dibandingkan dengan Kepmen LH No. 49/1996 dan DIN 4150-3. Hasil menunjukkan seluruh elemen utama memenuhi persyaratan kekuatan dan kekakuan; simpangan tiap lantai berada di bawah batas izin. Nilai PPV representatif: Lantai 2 = 5,998 mm/s, Lantai 2 mezzanine = 0,828 mm/s, Lantai 3 mezzanine = 10,599 mm/s; dikategorikan A–B menurut Kepmen LH (tidak menimbulkan kerusakan struktural, peluang retak plester minor) dan sesuai batas fungsi bangunan menurut DIN 4150-3. Dari sisi kenyamanan, respons getaran berada pada rentang “slightly” hingga “strongly perceptible” namun tidak mengganggu operasional. Disimpulkan bahwa rancangan struktur aman dan layak terhadap pengaruh getaran mesin; disarankan studi lanjutan terkait interaksi tanah–struktur, kelelahan (fatigue), dan optimasi penampang.

Kata kunci: struktur baja, LRFD, ETABS, beban dinamis mesin, dan simpangan antar lantai

Abstract

This study analyzes the safety and comfort of a steel-framed tissue factory building under vibrations from production machinery at the Tissue Factory Building in Sungai Batang, Air Sugihan, OKI–Palembang. The structural model was built in ETABS using the LRFD method in accordance with SNI 1729:2020, loading per SNI 1727:2020. Machine dynamic loads were modeled as sinusoidal harmonic loads in a time-history analysis. Performance evaluation included verification of member strength (flexure, shear, compression/tension), base shear, interstory drift (limit 0.015 hsx), and comfort/damage risk using Peak Particle Velocity (PPV) compared against Indonesian Ministry of Environment Decree No. 49/1996 and DIN 4150-3. Results show all primary members meet strength and stiffness requirements; story drifts are below the allowable limit. Representative PPV values are: 2nd floor = 5.998 mm/s, 2nd-floor mezzanine = 0.828 mm/s, 3rd-floor mezzanine = 10.599 mm/s; classified as A–B per the Decree (no structural damage, potential for minor plaster cracking) and within functional limits per DIN 4150-3. In terms of human comfort, vibration response ranges from “slightly” to “strongly perceptible” but does not hinder operations. It is concluded that the structural design is safe and fit for service under machine-induced vibrations; further studies are recommended on soil–structure interaction, fatigue, and section optimization.

Keywords: steel structure, LRFD, ETABS, machine dynamic loads, and interstory drift.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor pembangunan di Indonesia memberikan dampak yang signifikan terhadap meningkatnya kebutuhan infrastruktur, baik yang dibangun oleh pemerintah maupun pihak swasta. Pertumbuhan aktivitas ekonomi dan industri menuntut tersedianya fasilitas pendukung yang memadai guna menunjang kegiatan produksi dan distribusi. Salah satu bentuk perkembangan tersebut adalah meningkatnya pembangunan pabrik industri di berbagai daerah. Dalam pembangunan gedung industri, struktur baja menjadi material yang banyak digunakan karena memiliki kekuatan tinggi, daya tahan yang baik, serta fleksibilitas dalam menahan berbagai jenis pembebanan. Selain itu, penggunaan baja juga dinilai lebih efisien dalam proses konstruksi dan mampu memberikan kestabilan struktur yang optimal.

Pembangunan Gedung Pabrik Tisu di Sungai Batang, Air Sugihan, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan merupakan salah satu upaya dalam mendukung perkembangan industri kertas dan tisu di Indonesia. Wilayah Sumatera Selatan dipilih karena memiliki lokasi yang strategis, dekat dengan sumber bahan baku dan didukung oleh infrastruktur transportasi yang memadai untuk distribusi produk industri. Menurut Nasir (2017), kondisi geografis dan akses transportasi di wilayah tersebut memberikan keuntungan dalam mendukung efisiensi rantai pasok industri.

Dalam perencanaan struktur baja, metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) banyak digunakan karena mampu menghasilkan desain yang lebih efisien dan aman. Metode LRFD mempertimbangkan faktor beban dan ketahanan material secara terperinci sehingga dapat meningkatkan keandalan struktur terhadap berbagai jenis pembebanan. Lesmana (2020) menyatakan bahwa metode LRFD mampu menghasilkan struktur baja yang lebih optimal dalam hal kekuatan, efisiensi material, dan kemampuan menahan beban dinamis. Selain itu, Utama (2021) menjelaskan bahwa penerapan metode LRFD dapat mengurangi risiko kerusakan akibat pengaruh eksternal seperti gempa bumi maupun kondisi cuaca ekstrem karena metode ini menggunakan faktor keamanan yang lebih komprehensif.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Giatmajaya dkk. (2020) menunjukkan bahwa metode LRFD memberikan fleksibilitas dalam perancangan bangunan industri, terutama pada bangunan yang memerlukan penyesuaian

tata letak maupun penambahan mesin produksi. Hal tersebut menjadi penting pada industri tisu karena aktivitas produksi menghasilkan gaya dinamis berupa getaran mesin yang dapat memengaruhi kenyamanan dan keamanan struktur bangunan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, analisis struktur baja terhadap beban dinamis umumnya dilakukan pada bangunan industri dengan mesin pemecah batu bara sebagai sumber getaran. Namun, penelitian mengenai pengaruh getaran mesin produksi tisu terhadap struktur baja masih terbatas. Perbedaan karakteristik mesin, seperti berat dan frekuensi getaran, diperkirakan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap respons struktur, khususnya displacement bangunan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan dalam menganalisis keamanan dan kenyamanan bangunan pabrik struktur baja terhadap getaran mesin tisu dengan menggunakan metode perencanaan LRFD.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur baja pada Gedung Pabrik Tisu di Sungai Batang, Air Sugihan, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan sesuai dengan ketentuan SNI terbaru, serta menganalisis ketahanan dan kenyamanan struktur terhadap pengaruh getaran mesin tisu. Analisis dilakukan dengan menghitung kekuatan elemen struktur berupa kolom, balok, plat, dan rangka atap baja, kemudian mengevaluasi respons struktur akibat beban dinamis dari mesin produksi tisu. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat diperoleh desain struktur baja yang aman, nyaman, dan efisien untuk bangunan industri.

II. METODE PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian

Perancangan struktur bangunan ini dimulai dengan membuat rancangan konfigurasi struktur berdasarkan denah bangunan yang didapatkan. Lalu akan di modelkan dengan bantuan perangkat lunak untuk analisis struktur bangunan struktur baja ini sesuai aturan LRFD. Lalu dilakukan pengecekan berdasarkan syarat syarat yang berlaku. Setelah memenuhi ketentuan serta persyaratan untuk dilakukan pendetailan element struktur dengan gambar rencana.

Analisis kinerja struktur ditentukan dengan analisis kuantitatif.

Pedoman dalam perencanaan untuk bangunan ini menggunakan beberapa literatur sebagai dasar hukum perencanaan, yaitu:

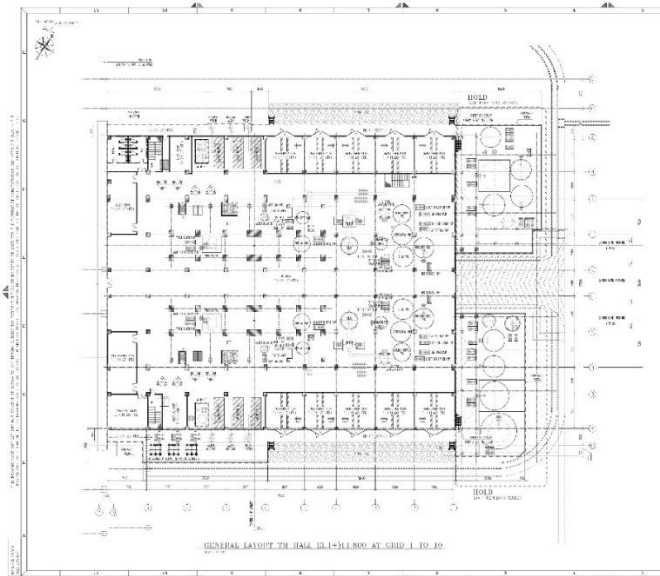
1. SNI 7860:2020 “Ketentuan seismic untuk bangunan gedung baja struktural”
2. SNI 1729:2020 “Spesifikasi Untuk bangunan gedung baja struktural”
3. SNI 1727:2020 “Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain “
4. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.49 Tahun 1996
5. DIN 4150-3 “vibration in buildings”

Subjek pada perancangan ini adalah konfigurasi dari struktur atas gedung, dengan batasan tidak memperhitungkan substruktur di bagian pondasi. Objek dari perencanaan ini adalah respons struktur seperti gaya geser dasar, simpangan, dan kebutuhan penampang baja berupa dimensi.

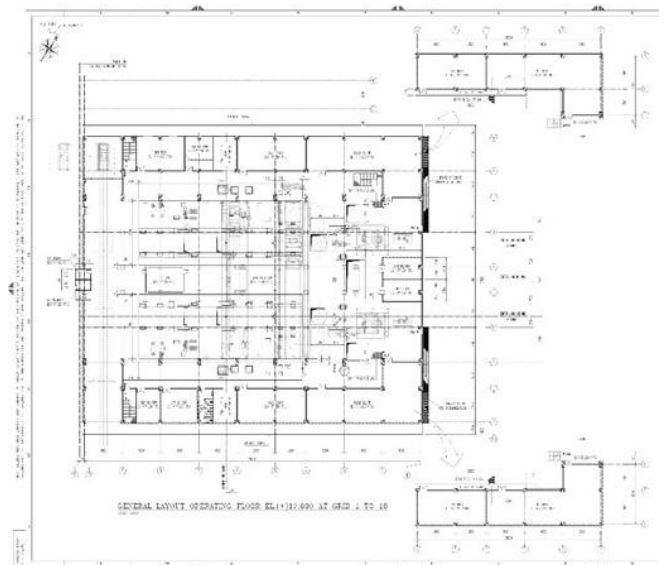
B. Metode pengambilan data

Pengambilan data perencanaan didapatkan dari konsultan perencana sebelumnya, yaitu Atria Swascipta ReKayasa.

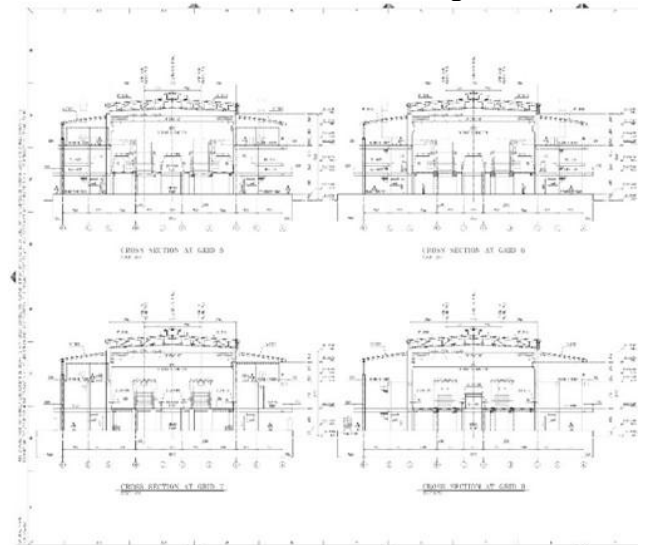
1. Denah Pabrik



Gambar 1. Denah Tingkat 1



Gambar 2. Denah Tingkat 2



Gambar 3. Denah Potongan

2. Data Sekunder

Berikut Data Perencanaannya

- Nama Proyek : Gedung Pabrik Tisu
- Fungsi Bangunan : Pabrik
- Lokasi Bangunan : Palembang Sumatera Selatan.
- Struktur Bangunan : Struktur Rangka Baja
- Jumlah lantai : 2 + 1 Mezzanine + Roof
- Panjang bangunan : 70.5 m
- Lebar bangunan : 59.5 m
- Tinggi Bangunan : 21.7
- Struktur atap : Baja

- Data Alat
Alat ini dibuat di polandia dengan nama perusahaan yaitu PMPOLAND S.A UL. FABRYCZNA. Berikut merupakan spesifikasi teknis pada alat yang akan menjadi bahan penelitian:
 - Tegangan desain maksimal : 6,25 kN/m
 - Tegangan operasi : 3,50 kN/m
 - Panjang ruang dibutuhkan : 35,50 m
 - Lebar ruang dibutuhkan : 4,05 m
 - Tipe Produk : Facial, Tisu
 - Kisaran berat kertas pada kawat : 8,2 – 18 gsm
 - Kisaran berat kertas pada gulungan : 10 – 22 gsm
 - Kecepatan rencana alat : 1800 mpm
 - Maksimal kecepatan operasi: 1700 mpm
 - Trim gulungan : 3700 mpm
 - Tekanan tekan maksimal : 115 kN/m

C. Metode Analisa Perancangan

1. Perencanaan Dimensi Struktur

Dimensi komponen struktur pada Gedung disesuaikan dengan SNI 1729- 2020.

2. Pembebanan

Peraturan SNI 1727-2019 merupakan acuan yang digunakan dalam menentukan pembebanan untuk perencanaan bangunan gedung dan SNI 7860:2020 acuan dalam Tata Cara Perencanaan Ketahanan untuk Struktur Gedung.

3. Analisis Struktur

Untuk analisis struktur dilakukan dengan pemodelan, pembebanan, dan analisis pada aplikasi analisis struktur Etabs. Struktur bangunan direncanakan menggunakan metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) dengan penambahan gaya berupa beban dinamis dari mesin.

4. Evaluasi Kerja Struktur

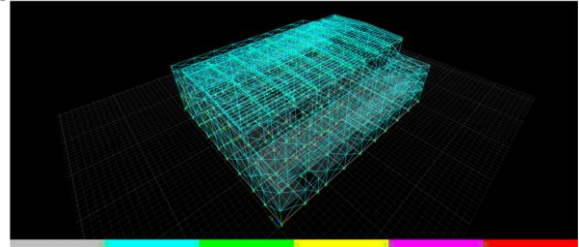
Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap kinerja struktur gedung yang telah dikenai pembebanan sehingga diketahui apakah bangunan memenuhi syarat atau tidak.

Lalu melakukan pembahasan dan menarik kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

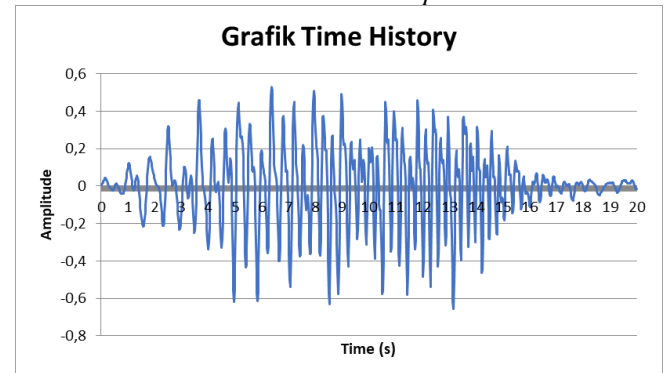
A. Hasil Analisa Beban Terhadap Batang Balok & Kolom

Bangunan yang di analisis telah melalui pengecekan batang baik balok dan kolom dengan pengecekan terhadap geser, momen, dan tekan yang terjadi pada tiap-tiap batang yang di hitung menggunakan aplikasi ETABS, dan pengecekan dengan menghitung manual, dinyatakan batang sudah memenuhi syarat sesuai SNI yang di tentukan.



Gambar 4. Hasil P.M Ratio Batang

B. Hasil Analisa Getaran Terhadap Struktur



Gambar 5. Getaran Mesin Tisu

Beban dinamis dimodelkan dengan bentuk beban harmonik sinusoidal berdasarkan pada data spesifikasi mesin. analisa ini dilakukan dengan metode Time history sehingga hasil yang diperoleh respon struktur adalah dalam bentuk simpangan, percepatan, gaya dalam elemen, serta drift tiap lantainya.

1. Displacement (Perpindahan/simpangan)

untuk nilai displacement yang terjadi pada lantai 2, lantai 2 mezzanine dan lantai 3 mezzanine, pada pengecekan batas simpangan tidak boleh lebih dari 0,015hsx, berikut data yang didapat dari etabs untuk nilai displacement tiap lantainya.

Tabel 1. Data Nilai Displacement

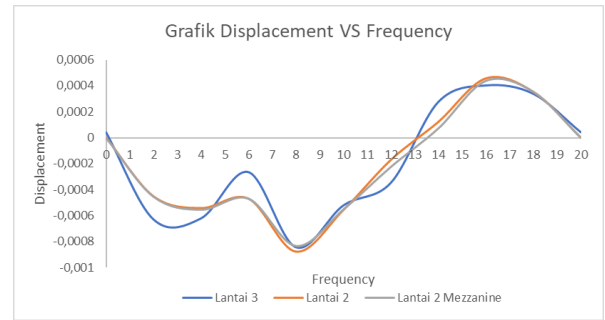
TABLE: Story Response						
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	X-Dir Min	Y-Dir Min
	m		m	m	m	m
atap iwf	24,4	Top	0,001126	0,006925	-0,032588	-0,004542
Roof	21,7	Top	0,015034	0,010816	-0,000559	-0,007863
Bottom roof	19,2	Top	0,000485	0,011155	-0,00017	-0,008027
Roof top	16,67	Top	0,012791	0,007213	-0,015555	-0,005759
Lantai 3 mezz	13,17	Top	0,010927	0,001512	-0,004869	-0,002933
Lantai 2 mezz	8,66	Top	0,006057	0,001273	-0,001046	-0,001325
Lantai 2	6	Top	0,001237	0,001033	-0,002238	-0,001026
Base	0	Top	0	0	0	0

dari data atas nilai x dan y yang digunakan untuk pengecekan keamanan batas simpangan harus digunakan nilai x dan y terbesar pada tiap lantai nya, berikut merupakan perhitungannya.

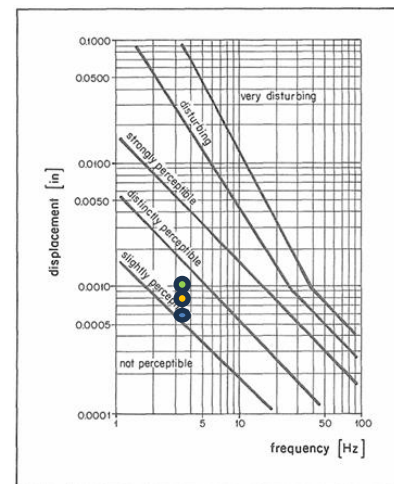
Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan displacement

Story	Elevation (m)	h (m)	Disp X (m)	Limit X (m) = $h \cdot 0,015$	Pass ?	Disp Y (m)	Limit Y (m) = $h \cdot 0,015$	Pass?
Base	0,000	0,000	0,000000	-	-	0,000000	-	-
Lantai 2	6,000	6,000	0,002238	0,090000	PASS	0,001033	0,090000	PASS
Lantai 2 Mezz	8,660	2,660	0,006057	0,039900	PASS	0,001325	0,039900	PASS
lantai 3 mezz	13,170	4,510	0,010927	0,067650	PASS	0,002933	0,067650	PASS
Roof top	16,670	3,500	0,015555	0,052500	PASS	0,007213	0,052500	PASS
Bottom roof	19,200	2,530	0,000485	0,037950	PASS	0,011155	0,037950	PASS
Roof	21,700	2,500	0,015034	0,037500	PASS	0,010816	0,037500	PASS
atap iwf	24,400	2,700	0,032588	0,040500	PASS	0,006925	0,040500	PASS

Dari hasil perhitungan yang telah dihitung dengan aplikasi ETABS, didapat nilai pada masing masing lantai 2, lantai 2 mezzanine, lantai 3 mezzanine memiliki nilai displacement sebesar 0,000719 in, 0,000676 in, 0,000854 in. yang apabila mengikuti aturan Tingkat kenyamanan yang ada pada buku Bachmann berada pada posisi Slightly perceptible atau bisa diartikan getaran nya tidak terlalu terasa dan tidak sampai mengganggu.



Gambar 6. Grafik Displacement Terhadap Waktu



Gambar 7. Tingkat Kenyamanan Bangunan berdasarkan displacement

keterangan gambar:

- = lantai 2
- = lantai 2 mezzanine
- = lantai 3 mezzanine

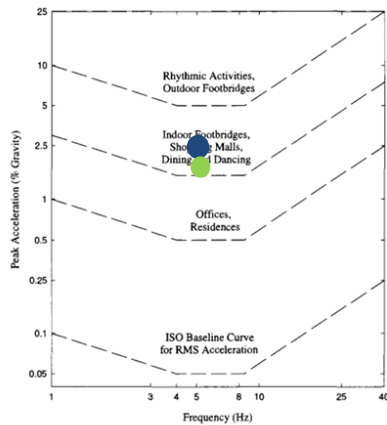
2. Peak Particle Velocity (PPV)

Untuk mengetahui Tingkat kerusakan pada bangunan yang terjadi getaran ada beberapa batasan atau metode yaitu diantaranya ada dari Murray (1997) yang menyatakan kelayakan suatu getaran terhadap fungsi bangunan, Kepmen LH no.49 tahun 1996, dan DIN 4150-3 yang menyatakan nilai PPV terhadap kelayakan bangunan.

menurut metode Murray (1997) dinyatakan dari data yang telah diteliti masing-masing lantai dari lantai 2 memiliki nilai sebesar 2.13 % G, lantai 2 Mezzanine memiliki nilai sebesar 2.93 % G, dan lantai 3 mezzanine memiliki nilai sebesar 3.21 % G, yang Dimana dari ketiga nilai tersebut berada pada kategori yang nyaman dan layak untuk digunakan bangunan tersebut.

Tabel 3. Nilai Story Velocity

TABLE: Story Accelerations									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
				m/s ²	m/s ²	m/s ²	rad/s ²	rad/s ²	rad/s ²
atap iwf	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	1,1369	0,0267	0,2788	0,0001906	0,001	0,001
Roof	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,363	0,0272	0,027	2,792E-05	0,0003257	0,0004816
Bottom roof	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,0645	0,0275	0,0159	5,936E-06	1,238E-05	3,063E-05
Roof top	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,3789	0,0361	0,0302	3,527E-05	0,001	0,001
Lantai 3 mezz	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,2949	0,0218	0,0156	0,0001954	0,001	0,0003208
Lantai 2 mezz	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,2691	0,0151	0,0155	3,603E-05	0,001	0,0001259
Lantai 2	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,196	0,0113	0,0153	2,519E-05	0,0004028	7,493E-05
Base	Dinamis Mesin	LinModHist	Max	0,053	0	0	0	0	0



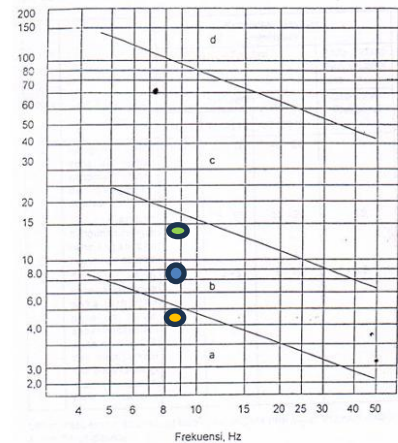
Gambar 8. Kategori getaran bangunan

keterangan:

- = Lantai 3 mezzanine, Lantai 2
- = Lantai 2 mezzanine

menurut Standar Kepmen LH dinyatakan bahwa untuk lantai 2 dan 3 ada dalam kategori B dan lantai 2 mezzanine ada pada kategori a yang dimana yang diterangkan dalam Kepmen LH no. 49 tahun 1996 bahwa kategori B dikategorikan sebagai kemungkinan keretakan plester, dan kategori A dikategorikan sebagai tidak menimbulkan kerusakan

maka dapat kita simpulkan bahwa getaran yang terjadi pada struktur tidak akan menyebabkan kerusakan struktural yang dapat menyebabkan krusial.

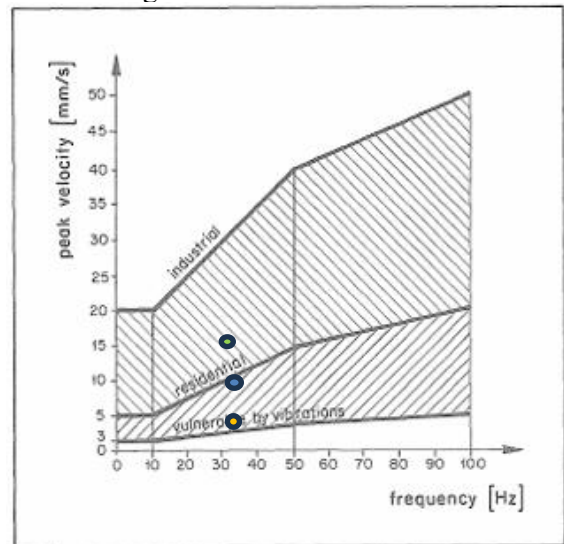


Gambar 9. Evaluasi Nilai PPV Kepmen LH no. 49 tahun 1996

keterangan gambar:

- = lantai 2
- = lantai 2 mezzanine
- = lantai 3 mezzanine

menurut DIN 4150-3 menyatakan bahwa untuk lantai 2 dan lantai 3 berada pada industrial dan lantai 2 mezzanine berada pada vulnerable by vibration rentan terhadap getaran, maka dapat dinyatakan bahwa bangunan tidak dalam kondisi resiko untuk mengalami kerusakan struktur yang diakibatkan getaran.

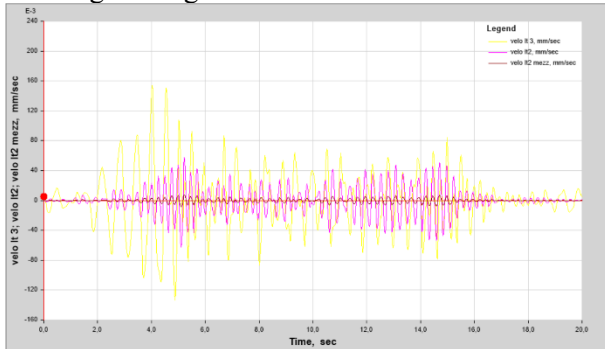


Gambar 10. Evaluasi Nilai PPV DIN 4150-3

keterangan gambar:

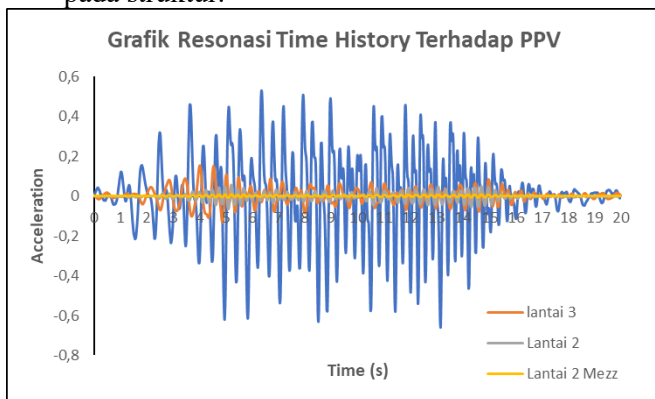
- = lantai 2
- = lantai 2 mezzanine
- = lantai 3 mezzanine

Berikut merupakan gambar PPV terhadap masing-masing lantai.



Gambar 11. Time History Peak Particle Velocity

dan berikut data merupakan Resonansi Time history getaran mesin terhadap Nilai PPV getaran pada struktur.



Gambar 12. Grafik Resonansi Peak Particle Velocity terhadap Nilai Acceleration Mesin

IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perhitungan, dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa perencanaan struktur baja dengan metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) mampu menghasilkan desain yang lebih rasional dan aman. Hal ini dikarenakan setiap elemen struktur direncanakan dengan mengacu pada faktor reduksi kekuatan dan kombinasi pembebanan sesuai ketentuan SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, serta SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan NonGedung.

Selain itu, beban dinamis yang dihasilkan oleh mesin produksi tisu terbukti memberikan pengaruh terhadap respons struktur bangunan. Berdasarkan hasil analisis, struktur yang direncanakan masih mampu memenuhi persyaratan batas simpangan, gaya geser dasar, serta tingkat kenyamanan terhadap getaran yang diterima manusia. Hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa struktur gedung pabrik yang direncanakan telah memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas struktur. Nilai displacement yang terjadi serta tingkat kenyamanan akibat getaran masih berada dalam batas aman yang ditetapkan berdasarkan standar ISO 2631/Kepmen LH dan DIN 4150-3 mengenai getaran mesin.

REFERENSI

- Arifi, E., & Setyowulan, D. (2021). Perencanaan Struktur Baja (Berdasarkan SNI 1729 : 2020). Malang: UB Press.
- Bachmann, H., & Ammann, W. (1987). Vibrations in Structures Induced by Man and Machines. Zurich: IABSE-AIPC-IVBH.
- Lesmana, Y. (2021). Handbook Analisa Dan Desain Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729-2020 Edisi Pertama. Makassar: PT. Nas Media Indonesia.
- Murray, M. T., Allen, E. D., & Ungar, E. E. (1997). Floor Vibrations Due to Human Activity. USA: AISC.
- Pamungkas, A. (2022). Desain Struktur Gedung Baja dengan Etabs Versi 16.20. Sleman: Deepublish.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan nongedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban Desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 7860-2020 Ketentuan Seismik untuk bangunan gedung baja struktural. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Mentri Negara Lingkungan Hidup. (1996). Baku Tingkat Getaran. Indonesia: Keputusan Mentri Lingkungan Hidup.

- Standard International. (2003). ISO 1940-1:2003 : Mechanical Vibration - Balance Quality requirements for rotors in a constant (rigid) state part 1 spesification and verification of balance tolerances. Geneva: Switzerland.
- Aprilia, L. W., Fikri, A., & Ratna, W. (2022). Analisis kelayakan struktur baja bangunan pabrik terhadap getaran mesin. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 26(1) 9-13.
- Davy, O. S., & Utari, K. (2024). PERENCANAAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK TIPE V – BRACES APARTEMEN “RAHAYU” DI YOGYAKARTA. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 113-126.
- Indah, S. R., Chandra, M. Y., Hafli, T. M., & Burhanuddin. (2022). Studi Desain Elemen Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729 : 2015 dan SNI 1729 : 2020. *Mechanical Science & Technology*, (6)2 06-13.
- Resky, W., Richard, F., Hendry, T. K., & Stevy, T. (2021). Perancangan Aplikasi Perhitungan Balok Kolom Baja Berbasis .JOURNAL OF NATURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY ADPERTISI , 1-6.
- Risky, B. P., & Mahfuz, H. (2021). ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR PELAT LANTAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG SOLNET. *Conference on Business, Social Sciences and Technology*, 765-770.