UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Kapasitas Struktur Power House Rumah Sakit dan Kenyamanan Gedung Akibat Getaran Mesin
M. Rizky Alfadayen, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc, Ph.D., IPU
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Bangunan *power house* merupakan fasilitas penunjang yang menampung peralatan mekanikal dan elektrikal penting, termasuk genset dan trafo sehingga struktur tidak hanya menerima beban gravitasi dan beban gempa, tetapi juga beban dinamis akibat getaran mesin. Keberadaan beban dinamis tersebut dapat memengaruhi kenyamanan, kinerja, dan keamanan struktur apabila tidak diperhitungkan secara memadai. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap respons dinamik struktur serta kapasitas elemen-elemen penyusunnya berdasarkan ketentuan standar yang berlaku.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik dinamik struktur, respons bangunan terhadap getaran genset dan trafo, tingkat keamanan balok dan kolom terhadap kombinasi pembebanan (sesuai SNI) yang bekerja, pemenuhan persyaratan *Strong Column Weak Beam* (SCWB), serta kapasitas *tie beam*. Analisis dilakukan melalui pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak ETABS, sedangkan verifikasi kapasitas kolom dilakukan menggunakan SPColumn. Pembebanan yang diterapkan meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, beban hujan, beban angin sesuai SNI 1727:2020, beban gempa menggunakan metode *Response Spectrum Analysis* berdasarkan SNI 1726:2019, serta beban getaran mesin yang dimodelkan sebagai beban harmonis menggunakan analisis *Linear Direct Integration Time History*. Evaluasi respons getaran dilakukan dengan meninjau percepatan dan kecepatan struktur serta membandingkannya dengan batas yang direkomendasikan dalam ISO 4866:2010.

Hasil analisis getaran menunjukkan bahwa getaran mesin genset yang langsung disalurkan ke pelat lantai 1 mengakibatkan percepatan di lantai 2 ($1{,}36 \times 10^5$ mm/s^2 untuk arah x dan $1{,}49 \times 10^5$ untuk arah y) yang jauh melebihi persyaratan ISO (1000 mm/s^2) sehingga, dikategorikan ke dalam ketidaknyamanan ekstrem. Kecepatan dan *displacement* masih memenuhi persyaratan. Penggunaan *spring mounting* mampu mereduksi respons dinamik struktur secara signifikan sehingga percepatan dan kecepatan yang terjadi memenuhi kriteria ISO 4866:2010. Penambahan sistem isolasi di bawah tumpuan *spring mounting* berupa *slab* beton yang menumpu pada lapisan pasir, sebelum *pelat* lantai 1, semakin mereduksi getaran yang terjadi. Getaran akibat trafo (yang langsung diangkur ke lantai 2) masih memenuhi kriteria kenyamanan. Untuk nilai parameter pada lantai berpenghuni, semuanya memenuhi persyaratan. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memiliki periode alami fundamental sebesar 1,151 detik (arah y). Mode getar pertama dan kedua berupa translasi pada arah utama struktur, sedangkan mode ketiga berupa torsi. Simpangan antarlantai pada arah X dan Y memenuhi persyaratan batas simpangan yang ditetapkan. Evaluasi kapasitas elemen struktur (data *shop drawing*) menunjukkan masih terdapat beberapa balok dan kolom yang belum memenuhi kapasitas lentur maupun geser yang dipersyaratkan, yaitu 5 balok terkait lentur, 9 balok terkait geser, 4 kolom terkait aksial-lentur, dan 1 kolom terkait geser, sedangkan seluruh sambungan yang ditinjau memenuhi konsep *Strong Column Weak Beam*. Selain itu, ditemukan dua jenis *tie beam* yang belum memenuhi kapasitas geser berdasarkan kebutuhan tulangan sengkang.

Kata kunci: *power house*, *respons dinamik*, *response spectrum*, *getaran genset*, ISO 4866:2010.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Kapasitas Struktur Power House Rumah Sakit dan Kenyamanan Gedung Akibat Getaran Mesin
M. Rizky Alfadayen, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc, Ph.D., IPU
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

A powerhouse is a supporting facility that houses critical mechanical and electrical equipment—such as generator sets and transformers—meaning the structure must withstand not only gravity and seismic loads but also dynamic loads resulting from machinery vibration. If not adequately accounted for, these dynamic loads can compromise the structure's comfort, performance, and safety. Therefore, it is necessary to evaluate the structure's dynamic response and the capacity of its constituent elements in accordance with applicable standards.

This study aims to evaluate the structure's dynamic characteristics, the building's response to generator and transformer vibrations, the safety levels of beams and columns under acting load combinations (per SNI), compliance with the Strong Column-Weak Beam (SCWB) requirement, and the capacity of tie beams. Structural analysis was conducted using 3D modeling in ETABS software, while column capacity verification was performed using SPColumn. Applied loads included dead loads, superimposed dead loads, live loads, rain loads, and wind loads (per SNI 1727:2020); seismic loads (via Response Spectrum Analysis per SNI 1726:2019); and machinery vibration loads, which were modeled as harmonic loads using Linear Direct Integration Time History analysis. The evaluation of vibration response involved analyzing structural acceleration and velocity and comparing the results against the limits recommended in ISO 4866:2010.

Vibration analysis results indicate that generator vibrations transmitted directly to the first-floor slab cause accelerations on the second floor ($1{,}36 \times 10^5$ mm/s² in the x-direction and $1{,}49 \times 10^5$ mm/s² in the y-direction) that far exceed ISO requirements (1000 mm/s²), thereby falling into the category of extreme discomfort. Velocity and displacement values remain within the required limits. The use of spring mountings significantly reduces the structure's dynamic response, bringing the resulting acceleration and velocity within ISO 4866:2010 criteria. Incorporating an isolation system beneath the spring mountings—specifically a concrete slab resting on a sand layer, positioned below the first-floor slab—further reduces vibration levels. Vibrations caused by the transformer (anchored directly to the second floor) remain within comfort criteria. All parameter values for occupied floors meet the requirements. Analysis results show the structure has a fundamental natural period of 1,151 seconds (y-direction). The first and second vibration modes are translational along the structure's principal axes, while the third mode is torsional. Inter-story drifts in both the X and Y directions comply with established limits. An evaluation of structural element capacities (based on shop drawings) reveals that several beams and columns fail to meet required flexural or shear capacities: 5 beams regarding flexure, 9 beams regarding shear, 4 columns regarding axial-flexural interaction, and 1 column regarding shear; however, all evaluated connections adhere to the "Strong Column-Weak Beam" concept. Additionally, two type of tie beam was found to be deficient in shear capacity based on stirrup reinforcement requirements.

Keywords: *power house, dynamic response, response spectrum, generator vibration,* ISO 4866:2010.