

## **Pendampingan Teknis Perencanaan Perkuatan Struktur *Power House* PLTU Tarahan dengan *Bracing* dan Analisis *Levelling Time History***

**Ahmad Yudi<sup>1</sup>, Rionaldo Alexander<sup>2</sup>, Kirtinanda. P<sup>3</sup>, Siska Apriwelni<sup>4</sup>, Alfinna Mahya Ummati<sup>5</sup>, Muhammad Abi Berkah Nadi<sup>6</sup>, Miskar Maini<sup>7</sup>**

*<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Institut Teknologi Sumatera, Indonesia*

### **Corresponding Author**

**Nama Penulis:** Miskar Maini

**E-mail:** [miskar.maini@si.itera.ac.id](mailto:miskar.maini@si.itera.ac.id)

### **Abstrak**

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas perkuatan struktur bangunan terhadap beban gempa melalui pemasangan *bracing*. Beban gempa yang digunakan dalam analisis *time history* adalah gempa Kobe. Kegiatan ini mengevaluasi kinerja struktur dengan mempertimbangkan percepatan awal gempa (Aog) secara nonlinear menggunakan metode *Levelling Time History*. Analisis dilakukan dengan meningkatkan Aog hingga elemen struktur tidak mampu lagi menahan gaya geser dan beban, serta mengalami kerusakan parah atau mencapai kondisi *Collapse Prevention* (CP). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting, struktur mengalami kegagalan sebelum pemasangan *bracing*. Hal ini terlihat dari perbandingan nilai base shear, periode getar, partisipasi massa, simpangan antar lantai, serta rasio kapasitas momen kolom-balok sebelum dan sesudah pemasangan *bracing*. Berdasarkan kriteria kinerja struktur menurut FEMA 356, bangunan ini masih tergolong aman terhadap gempa Kobe dengan indikator *Immediate Occupancy* (IO) berdasarkan pengecekan sendi plastis untuk arah X dan Y. Setelah dilakukan perkuatan, analisis rotasi dan simpangan maksimum menunjukkan bahwa struktur mampu menahan gempa hingga  $6 \times Aog$  untuk arah X dan  $8 \times Aog$  untuk arah Y sebelum mengalami kegagalan pada balok dan kolom. Dengan demikian, pemasangan *bracing* terbukti meningkatkan ketahanan struktur secara signifikan, berfungsi sebagai pengaku, dan memperkuat kekakuan serta stabilitas bangunan.

**Kata kunci** – struktur, pemodelan, gempa, *levelling time history*, *collapse prevention*, *bracing*, gempa kobe

### **Abstract**

This community service activity aims to analyze the effectiveness of building structure reinforcement against earthquake loads through *bracing* installation. The earthquake load used in the *time history* analysis is the Kobe earthquake. This activity evaluates the structure's performance by considering the initial earthquake acceleration (Aog) nonlinearly using the *Leveling Time History* method. The analysis is carried out by increasing AOG until the structural elements can no longer withstand the shear force and load, experience severe damage, or reach the *Collapse Prevention* (CP) condition. The analysis results show that the structure failed before *bracing* was installed in existing conditions. This can be seen by comparing base shear values, vibration periods, mass participation, inter-story deviations, and column-beam moment capacity ratios before and after *bracing* installation. Based on the structural performance criteria according to FEMA 356, this building is still considered safe against the Kobe earthquake with the *Immediate Occupancy* (IO) indicator based on checking the plastic joints for the X and Y directions. After reinforcement, the analysis of rotation and maximum deviation showed that the structure could withstand earthquakes up to  $6 \times Aog$  for the X direction and  $8 \times Aog$  for the Y direction before experiencing failure in the beams and columns. Thus, the installation of *bracing* is proven to significantly increase the structural resistance, function as stiffeners, and strengthen the rigidity and stability of the building.

**Keywords**- structure, modeling, earthquake, *leveling time history*, *collapse prevention*, *bracing*, kobe earthquake

## PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki peran strategis dalam menjaga kestabilan pasokan listrik di berbagai wilayah. Salah satu komponen vital dalam sistem PLTU adalah *Power House*, yang berfungsi sebagai pusat kendali operasional dan perlindungan peralatan pembangkit. Seiring dengan usia bangunan dan meningkatnya beban operasional, struktur *Power House* dapat mengalami degradasi yang berpotensi menurunkan kapasitasnya dalam menahan beban dinamis, termasuk getaran akibat operasional mesin dan beban seismic (Chen & Scawthorn, 2002).

PLTU Tarahan sebagai salah satu sumber utama energi listrik di Provinsi Lampung menghadapi tantangan dalam memastikan struktur *Power House* tetap kokoh dan berfungsi optimal. Berdasarkan hasil evaluasi teknis, ditemukan adanya indikasi perlunya perkuatan struktur untuk meningkatkan ketahanan terhadap beban dinamis dan potensi gaya gempa. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah penggunaan *bracing*, yang terbukti efektif dalam meningkatkan kekakuan dan kestabilan struktur (Asgarian & Moradi, 2011; Rifai et al., 2022; Yudi et al., 2020) (Hassan & Goel, 2008).

Untuk memastikan efektivitas perkuatan ini, digunakan pendekatan *Levelling Time History Analysis*, yaitu metode analisis respons struktur terhadap beban dinamis berbasis rekaman sejarah gempa. Metode ini memungkinkan evaluasi lebih akurat terhadap perilaku struktur setelah dilakukan perkuatan, sehingga keputusan teknis yang diambil dapat lebih tepat dan optimal (Sture, 2001).

Sebagai bentuk kontribusi akademik dan profesional dalam mendukung ketahanan infrastruktur ketenagalistrikan, dilakukan kegiatan pendampingan teknis (Ilpandari et al., 2024; Maini et al., 2024; Yudi et al., 2024) bagi pihak terkait dalam proses perencanaan, analisis, serta implementasi perkuatan *Power House* PLTU Tarahan. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi berbasis kajian ilmiah guna meningkatkan keamanan, efisiensi, serta umur layanan struktur.

Melalui kegiatan pendampingan ini, diharapkan dapat terwujud solusi teknis yang aplikatif dan berkelanjutan dalam menjaga keandalan infrastruktur PLTU, sekaligus meningkatkan kapasitas sumber daya manusia dalam pengelolaan perkuatan struktur berbasis analisis seismic modern.

## METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pendampingan teknis ini mencakup beberapa tahapan utama, yaitu studi literatur, pengumpulan data, analisis struktur, perancangan perkuatan, serta evaluasi dan validasi hasil. Setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk memahami teori terkait perkuatan struktur menggunakan *bracing* serta pendekatan *Levelling Time History Analysis* dalam mengevaluasi respons struktur terhadap beban dinamis. Literatur yang digunakan mencakup standar desain bangunan tahan gempa seperti SNI 1726-2019 dan FEMA 356, referensi akademik, serta penelitian terdahulu terkait teknik perkuatan bangunan industri (Asgarian & Moradi, 2011; Rifai et al., 2022; Yudi et al., 2020).

### 2. Observasi Lapangan

Data yang dikumpulkan dalam studi ini terdiri dari:

- Data eksisting *Power House* PLTU Tarahan, meliputi gambar desain struktur, material yang digunakan, serta kondisi aktual di lapangan.
- Data beban kerja dan seismic, mencakup beban operasional mesin dan kemungkinan beban gempa berdasarkan data historis gempa di wilayah Lampung dari BMKG.
- Rekaman data *Levelling Time History*, digunakan sebagai input dalam analisis dinamis untuk memahami respons struktur terhadap beban gempa.

### 3. Analisis Struktur

Pada tahap ini dilakukan analisis struktur awal untuk menilai kapasitas eksisting *Power House* terhadap beban operasional dan seismic. Analisis dilakukan dengan pendekatan *Finite*

*Element Method* (FEM) menggunakan perangkat lunak seperti SAP2000. Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi parameter struktural berikut:

- Distribusi tegangan dan deformasi akibat beban dinamis.
- *Mode shape* dan frekuensi natural untuk mengetahui respons getaran struktur.
- Gaya dalam pada elemen struktur utama sebagai dasar desain perkuatan.

#### 4. Perancangan Perkuatan dengan *Bracing*

Berdasarkan hasil analisis struktur, dilakukan perancangan sistem *bracing* yang optimal untuk meningkatkan kekakuan dan stabilitas struktur *Power House*. Pemilihan konfigurasi *bracing* mengacu pada metode yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas struktur terhadap gaya lateral, seperti *bracing* (Chen & Scawthorn, 2002). Analisis ulang dilakukan setelah penerapan *bracing* untuk memastikan efektivitasnya dalam menurunkan deformasi dan tegangan pada struktur.

#### 5. Evaluasi dan Validasi Hasil

Setelah perancangan selesai, dilakukan evaluasi terhadap efektivitas sistem perkuatan menggunakan pendekatan *Time History Analysis*. Validasi hasil dilakukan dengan membandingkan respons struktur sebelum dan sesudah perkuatan terhadap data historis gempa. Jika hasil menunjukkan peningkatan kekakuan dan reduksi deformasi yang signifikan, maka desain perkuatan dapat direkomendasikan untuk implementasi di lapangan.

#### 6. Pendampingan dan Sosialisasi

Sebagai bagian dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dilakukan pendampingan teknis kepada tim teknis PLTU Tarahan terkait implementasi perkuatan struktur. Sosialisasi meliputi:

- Pengenalan konsep perkuatan struktur dengan *bracing*.
- Simulasi perhitungan dan analisis menggunakan perangkat lunak struktural.
- Panduan pelaksanaan dan pengawasan selama tahap konstruksi perkuatan.

Melalui metode ini, diharapkan kegiatan pendampingan teknis dapat memberikan manfaat bagi pengelola PLTU dalam meningkatkan ketahanan dan keandalan infrastruktur *Power House* terhadap beban dinamis dan seismik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi lapangan di PLTU Tarahan dilakukan untuk memperoleh data empiris mengenai kondisi eksisting *Power House*, terutama terkait dengan tantangan struktural akibat beban dinamis dari operasional mesin serta potensi dampak seismik. *Power House* ini merupakan bangunan bertingkat dengan struktur utama berbahan beton bertulang dan baja profil yang berfungsi sebagai pusat kendali dan proteksi peralatan pembangkit listrik. Stabilitas dan kekuatan bangunan menjadi faktor krusial bagi kelangsungan operasional PLTU, sehingga diperlukan kajian mendalam untuk menilai kebutuhan perkuatan struktur.

Hasil pengamatan menunjukkan adanya beberapa permasalahan struktural yang perlu diperhatikan. Deformasi lateral akibat getaran mesin yang terus menerus terdeteksi pada beberapa bagian struktur, terutama pada lantai atas, yang menunjukkan indikasi tegangan berlebih di beberapa elemen baja dan sambungan. Selain itu, hasil analisis awal mengindikasikan bahwa frekuensi natural struktur berpotensi resonan dengan spektrum gempa wilayah Lampung, sehingga meningkatkan risiko kerusakan akibat aktivitas seismik. Untuk memastikan kondisi struktur secara kuantitatif, dilakukan berbagai pengukuran, seperti pengukuran displacement menggunakan alat ukur digital, uji hammer test untuk menilai kekuatan material beton, serta perekaman data getaran struktur untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Levelling Time History Analysis*.

Selain observasi teknis, wawancara dengan tim teknis PLTU Tarahan juga dilakukan guna memperoleh informasi tambahan terkait operasional *Power House* dan langkah mitigasi yang telah diupayakan. Berdasarkan wawancara, diketahui bahwa getaran akibat mesin pembangkit sering

---

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

dirasakan pada lantai atas, terutama saat beban operasional tinggi. Beberapa upaya mitigasi sebelumnya, seperti pemasangan peredam getaran, telah dilakukan namun belum sepenuhnya efektif dalam mengurangi dampak terhadap struktur. Oleh karena itu, tim teknis PLTU mengusulkan perlunya metode perkuatan yang lebih optimal, terutama yang tidak mengganggu operasional pembangkit listrik.

Berdasarkan hasil observasi dan analisis awal, disimpulkan bahwa *Power House* PLTU Tarahan memerlukan perkuatan struktural untuk meningkatkan ketahanannya terhadap beban dinamis dan seismik. Metode perkuatan yang direkomendasikan adalah penggunaan sistem *bracing*, yang terbukti efektif dalam meningkatkan kekakuan dan stabilitas struktur tanpa perlu melakukan rekonstruksi besar. Selain itu, pendekatan berbasis *Levelling Time History Analysis* akan digunakan untuk mengevaluasi efektivitas perkuatan dalam kondisi operasional nyata. Pendampingan teknis yang dilakukan dalam proyek ini bertujuan untuk memberikan solusi berbasis kajian ilmiah dan praktik terbaik dalam teknik sipil, sehingga implementasi perkuatan dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan.

Hasil observasi dan identifikasi masalah di lapangan dapat dilihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa struktur mengalami keretakan/kerusakan akibat getaran gempa yang terjadi pada wilayah ini karena kerusakan yang terjadi sering berulang padahal telah di perbaiki



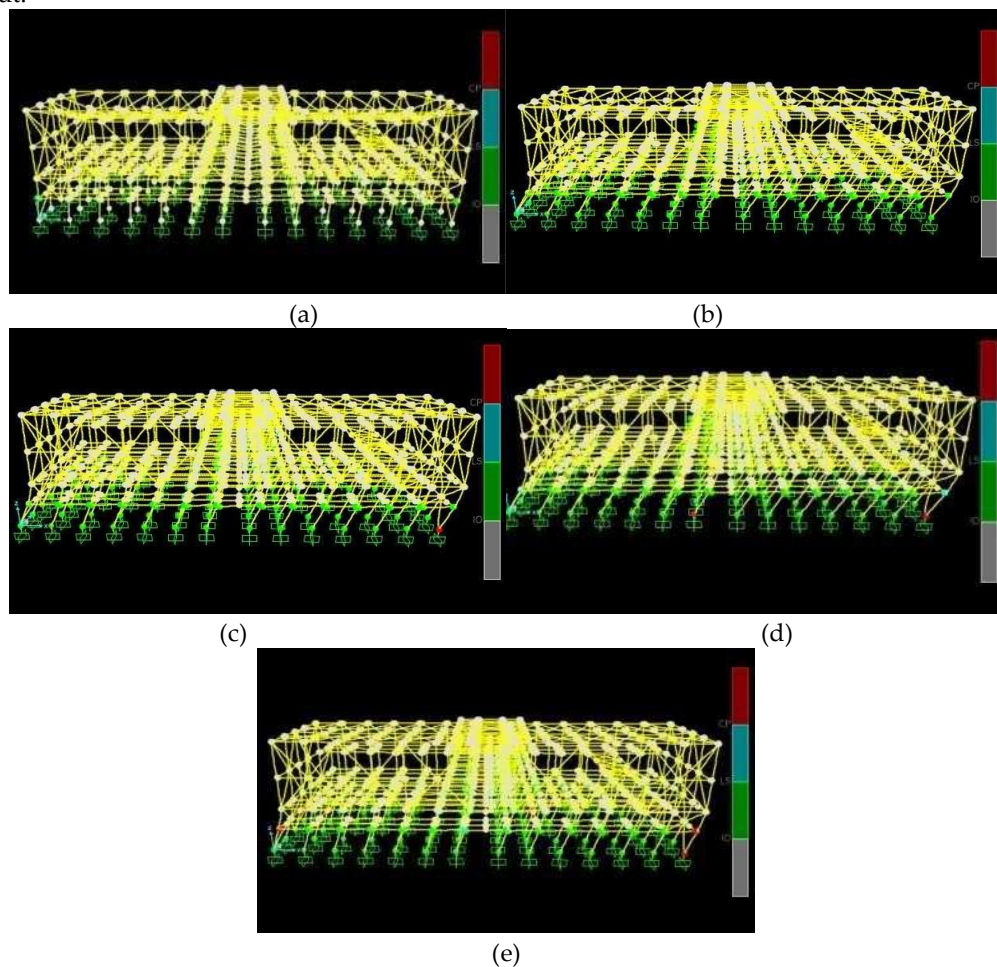
Gambar 1.  
Kegiatan observasi lapangan di PLTU Tarahan



Gambar 2.  
Keretakan pada Pelat Lantai 2 dan 3 Bangunan

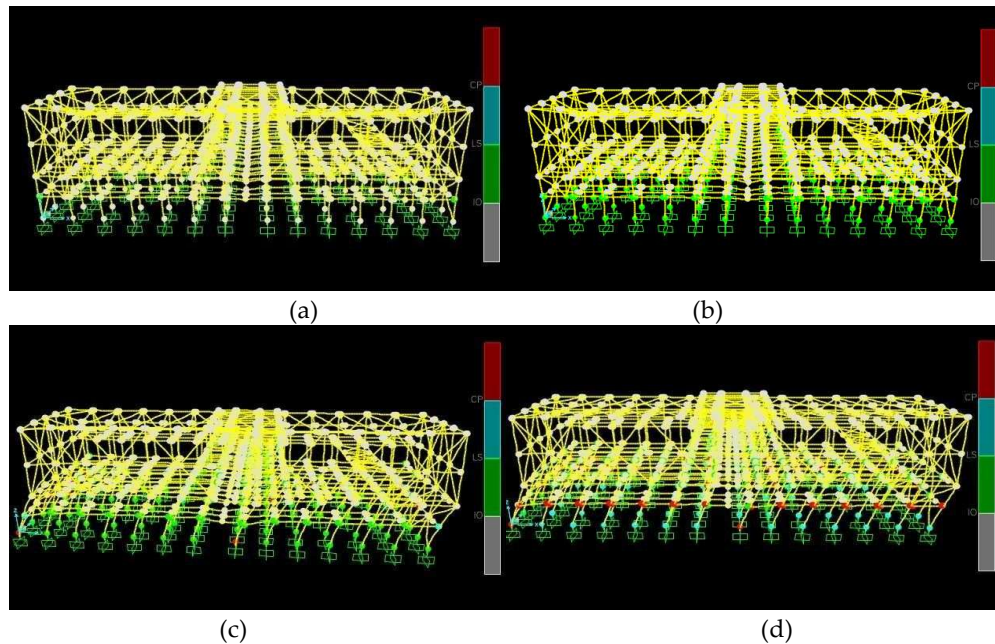
Hasil perencanaan perkuatan struktur dari analisis, partisipasi massa rasio sudah mencapai 90% pada mode ke 12 berdasarkan SNI 1726 : 2019 pasal 7.9.1.1. Dalam melakukan pengecekan nilai partisipasi massa *ratio* nilai standar yang digunakan mengacu pada SNI 1726:2012, yang dimana nilai partisipasi massa *ratio* yang diizinkan sebesar 90%. Berdasarkan analisis pemodelan SAP2000 adapun perbedaan nilai partisipasi massa yang dimana sebelum terjadi pemasangan *bracing* nilai partisipasi massa yang sudah mencapai nilai 90% itu berada pada mode ke-20 dengan pergerakan ke arah UX. Sedangkan ketika dilakukan pemasangan *bracing* nilai partisipasi massa yang sudah mencapai nilai 90 % itu berada pada mode ke- 17 dengan pergerakan bangunan ke arah UX.

Proses sendi plastis nantinya dibarengi dengan peningkatan nilai percepatan beban gempa *time history* sampai elemen balok pada struktur tersebut terbentuk sendi plastis dengan ditandai oleh suatu indikator warna pada program SAP2000 yang menunjukkan telah terjadinya kondisi *collapse* atau mendekati keruntuhan. Hasil analisis elemen balok pada struktur bangunan *Power House* ini diperoleh hasil persebaran sendi plastis pada elemen balok akibat adanya beban gempa *time history* arah x dan y, berikut:



Gambar 3.

Arah X: (a) Peningkatan 2 kali Aog Gempa Kobe Arah X, (b) Peningkatan 4 kali Aog Gempa Kobe Arah X, (c) Peningkatan 6 kali Aog Gempa Kobe Arah X, (d) Peningkatan 8 kali Aog Gempa Kobe Arah X, (e) Peningkatan 10 kali Aog Gempa Kobe Arah X



Gambar 4.

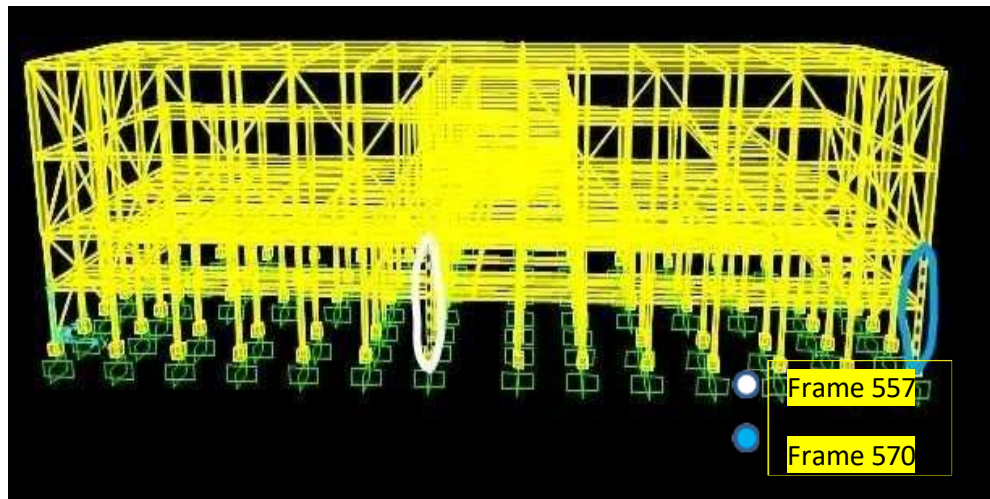
Arah Y: (a) Peningkatan 2 kali Aog Gempa Kobe Arah Y (b) Peningkatan 4 kali Aog Gempa Kobe Arah Y (c) Peningkatan 8 kali Aog Gempa Kobe Arah Y (d) Peningkatan 10 kali Aog Gempa Kobe Arah Y

Berdasarkan *output* SAP yang diperoleh (Gambar 3 dan 4) untuk gempa Kobe pada arah Y, terdapat salah satu elemen struktur yang telah berada di atas CP ketika struktur menerima beban gempa dengan percepatan awal gempa sebesar 10 kali, yaitu 2,738 g. Hasil pengecekan sendi plastis pada gempa Kobe arah X dan Y (Gambar 3 dan 4) menunjukkan bahwa pembentukan sendi plastis dimulai pada tahap Aog ke-2 $\times$ , yang ditandai dengan warna hijau. Selanjutnya, terjadi keruntuhan pertama kali pada Aog ke-8 $\times$  untuk gempa arah Y, yang ditandai dengan warna merah. Pengujian dilanjutkan hingga Aog ke-12 $\times$  untuk mengevaluasi jumlah balok atau kolom yang mengalami keruntuhan atau telah berada di atas CP.

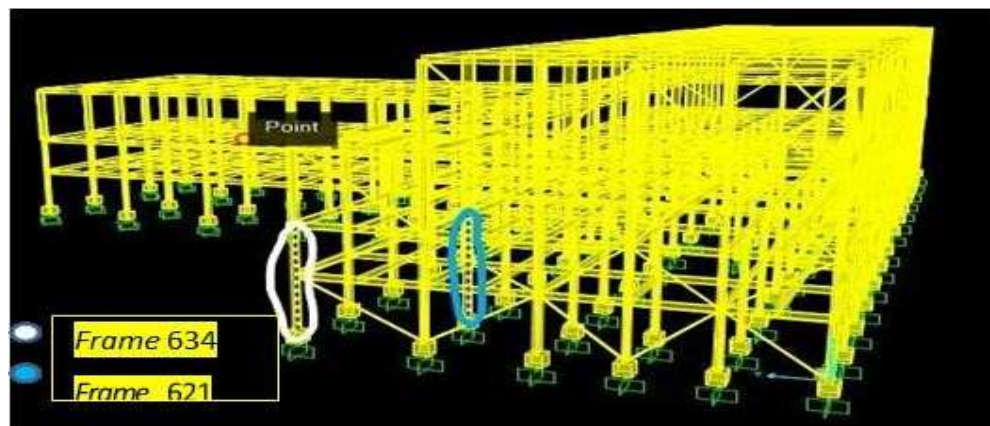
Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, pengecekan simpangan maksimum dilakukan dengan meninjau dua titik simpangan sebagai contoh titik yang pertama kali mengalami sendi plastis. Simpangan yang ditinjau kemudian dibandingkan dengan standar FEMA 356 sebagai parameter acuan untuk mengetahui simpangan maksimum yang terjadi, dengan target di atas CP sebagai tahap akhir level kinerja dari percepatan awal gempa Kobe.

Pengecekan rotasi dilakukan dengan meninjau bagian frame yang mengalami kondisi di atas CP. *Frame* yang dianalisis ditampilkan pada Gambar 5 dan 6. Berdasarkan evaluasi level kinerja struktur, ditemukan bahwa *frame* 557 mencapai kondisi di atas CP untuk pertama kalinya pada saat peningkatan Aog ke-6 $\times$  dengan rotasi sebesar 0,033 rad. Sementara itu, *frame* 570 mencapai kondisi di atas CP pada peningkatan Aog ke-6 $\times$  dengan rotasi sebesar 0,025 rad dan mencapai nilai tertinggi sebesar 0,0484 rad pada peningkatan Aog ke-12 $\times$ .

Untuk gempa Kobe pada arah Y, tinjauan *frame* diubah menjadi frame 634 dan 621. Pendekatan serupa digunakan untuk mengevaluasi rotasi yang terjadi pada frame dengan arah Y, guna memperoleh pemahaman lebih lanjut mengenai perilaku struktur dalam kondisi beban gempa yang ekstrem.



Gambar 5.  
Frame Tinjauan Rotasi Kolom Saat Kobe Y

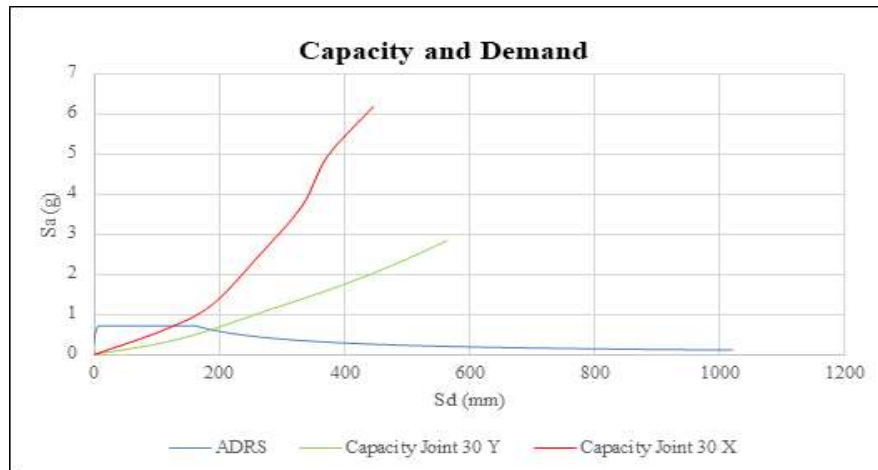


Gambar 6.  
Frame Tinjauan Rotasi Kolom Saat Kobe Y

Pengecekan berbasis kinerja (*performance-based*) ditampilkan melalui grafik hubungan antara *Acceleration-Displacement Response Spectrum (ADRS)* dengan *displacement*. Grafik ini menunjukkan interaksi antara *demand* dan *capacity*, di mana *demand* direpresentasikan oleh respons spektrum dalam bentuk percepatan spektral ( $S_a$ ) dan perpindahan spektral ( $S_d$ ), sedangkan *capacity* didefinisikan berdasarkan peningkatan  $A_{og}$  terhadap *displacement*. Titik perpotongan antara kurva *capacity* dan *demand* menunjukkan *performance point* atau titik kinerja struktur saat gempa rencana terjadi. Titik ini mencerminkan *displacement* maksimum yang dialami struktur sebagai respons terhadap beban gempa yang diterapkan.

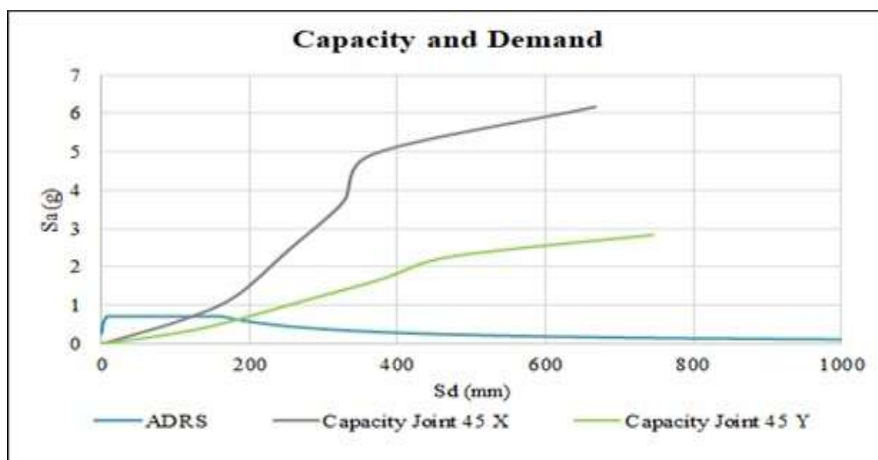
Berdasarkan grafik pada Gambar 7 dan 8, analisis terhadap *joint 30* dan *joint 45* menunjukkan kinerja struktur yang terjadi pada bangunan. Pada *joint 30*, *performance point* yang diperoleh saat terjadi Gempa Kobe menunjukkan *displacement* sebesar 187,618 mm untuk arah X dan 195,738 mm untuk arah Y. Sementara itu, pada *joint 45*, *displacement* yang diperoleh sebesar 111,421 mm untuk arah X dan 175,1316 mm untuk arah Y. Hasil ini mengonfirmasi bahwa kapasitas struktur (*capacity*) telah bersinggungan dengan garis ADRS (*demand*), yang menandakan bahwa struktur mengalami deformasi signifikan akibat beban gempa.

Analisis lebih lanjut terhadap grafik hubungan *Capacity-Demand* menunjukkan bahwa struktur mengalami simpangan yang telah melampaui batas kinerja *Collapse Prevention* (CP). Hal ini mengindikasikan bahwa beban yang diterima oleh bangunan telah melebihi kapasitas struktur yang direncanakan. Evaluasi pada *joint 30* dan *joint 45* selama Gempa Kobe arah X dan Y memperlihatkan bahwa struktur telah mencapai batas kekuatan yang ditentukan, sehingga perlu dilakukan tinjauan lebih lanjut untuk memastikan apakah tindakan perkuatan atau perbaikan struktural diperlukan.



Gambar 7.

Kurva Hubungan *Capacity* dan *Demand* Simpangan *Joint 30*.



Gambar 8.

Kurva Hubungan *Capacity* dan *Demand* Simpangan *Joint 45*.

## KESIMPULAN

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didasarkan pada analisis yang dilakukan terhadap *Coal Crusher Building*. Dari hasil analisis sendi plastis sebelum dan sesudah dilakukan perkuatan melalui pemasangan *bracing* pada bangunan *Power House* dengan menggunakan metode *Levelling Time History*, diperoleh kesimpulan bahwa pada kondisi eksisting, struktur bangunan telah mengalami kegagalan. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan nilai *base shear* sebelum dan sesudah pemasangan *bracing*, serta penurunan nilai periode struktur, partisipasi massa, simpangan antar lantai, dan rasio kapasitas momen kolom-balok.

Berdasarkan analisis kinerja struktur menggunakan FEMA 356 sebagai parameter acuan, bangunan ini masih tergolong aman terhadap gempa dengan percepatan awal gempa Kobe. Hasil pengecekan sendi plastis menunjukkan bahwa level kinerja struktur masih berada dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO), baik akibat percepatan awal gempa pada arah X maupun Y. Selain itu, pada tahap *levelling*  $1 \times Aog$ , belum ditemukan pembentukan sendi plastis, sehingga bangunan ini masih tergolong aman.

Setelah dilakukan perkuatan melalui pemasangan *bracing*, analisis rotasi dan simpangan maksimum menunjukkan bahwa ketahanan gempa yang dapat dialami oleh bangunan *Power House* dengan metode *Levelling Time History* adalah sebesar  $6 \times Aog$  untuk arah X dan  $8 \times Aog$  untuk arah Y. Namun, pada level percepatan tersebut, beberapa komponen struktur, terutama balok dan kolom, mengalami keruntuhan dan telah berada di atas batas *Collapse Prevention* (CP).

Selanjutnya, dari hasil analisis diperoleh nilai percepatan awal gempa (*Aog*) yang dapat ditahan oleh bangunan dalam kondisi aman, yaitu sebesar  $2 \times Aog$  untuk arah X dan  $2 \times Aog$  untuk arah Y. Dengan demikian, secara keseluruhan, pemasangan *bracing* terbukti sangat berpengaruh terhadap ketahanan struktur bangunan. *Bracing* berfungsi sebagai pengaku, meningkatkan kekuatan dan kekokohan bangunan dalam menghadapi beban gempa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih secara mendalam kepada seluruh pihak yang terlibat dalam kegiatan PKM mahasiswa dan tim dosen Institut Teknologi Sumatera (ITERA). Penulis mengucapkan terima kasih secara khususnya kepada PLTU Tarahan dalam mendukung implementasi kegiatan PKM dan penyediaan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asgarian, B., & Moradi, S. (2011). Seismic response of steel braced frames with shape memory alloy braces. *Journal of Constructional Steel Research*, 67(1). <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2010.06.006>
- Chen, W. F., & Scawthorn, C. (2002). Earthquake engineering handbook. In *Earthquake Engineering Handbook*. <https://doi.org/10.5860/choice.40-5239>
- Ilpandari, I., Maini, M., Kurniawan, R., Susanti, J. E., Syuhada, S., Kiranaratri, A. H., Tambunan, H. F., Ekaputra, R. A., Utami, E. T., Prayogi, G. R., & Aprilia, A. S. (2024). Pendampingan Identifikasi Lokasi Pembangunan Rumah Produksi Bersama (RPB) Sentra IKM Olahan Hasil Laut di Kota Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(7), 2562–2568. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v2i7.1277>
- Maini, M., Kurniawan, R., Susanti, J. E., Syuhada, S., Kiranaratri, A. H., Tambunan, H. F., Ekaputra, R. A., Utami, E. T., Prayogi, G. R., Aprilia, A. S., & Ilpandari, I. (2024). Pendampingan Penyusunan DED Rumah Produksi Bersama Sentra IKM Olahan Hasil Laut untuk UMKM Kota Pangkalpinang Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(3), 2288–2300. <https://doi.org/10.33379/icom.v4i3.5366>
- Rifai, M., Alami, F., Isneini, M., & Helmi, M. (2022). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis Time History (Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Muhammadiyah Metro). *Jrsdd*, 10(1).
- Sture, S. (2001). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. *Journal of Engineering Mechanics*, 127(9). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9399\(2001\)127:9\(968\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9399(2001)127:9(968))
- Yudi, A., Fathurrahman, A., Apriweli, S., P, K., Rahma, S., & Maini, M. (2024). Bantuan Teknis Perencanaan Pembangunan Tahap II Masjid Nurul Ikhwan di Desa Way Huwi Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(8), 3398–3408. <https://doi.org/https://doi.org/10.59837/jpmba.v2i8.1479>

Yudi, A., Wirawan, N. B., Apriwelni, S., & Sagala, M. (2020). Analisa Kinerja Struktur Beton Bertulang Pracetak Dengan Metode Levelling Time History (Studi Kasus Asrama Itera). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 00(00).