



ISSN 2985-7007



PROSIDING

KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"

**GRAND INNA KUTA - BALI,
27-28 OKTOBER 2022**



DI DUKUNG OLEH



EDITOR : PUTU IKA WAHYUNI

VOLUME 16



ISSN 2985-7007

PROSIDING

KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"



EDITOR : PUTU IKA WAHYUNI

**GRAND INNA KUTA - BALI,
27-28 OKTOBER 2022**



[HTTPS://KONTEKS.WEB.ID](https://konteks.web.id)



PRAKATA EDITOR

Pandemi Covid-19 yang menerpa dunia dari tahun 2019 ini tentunya mengakibatkan perlambatan dari semua kalangan sector. Perlambatan disebabkan oleh berkurangnya permintaan masyarakat yang merupakan dampak dari pembatasan social (Sosial distancing) serta Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), yang mana merupakan suatu strategi kebijakan untuk menekan penyebaran Covid-19 ini. Pada bidang industry konstruksi dimana terjadi penundaan dan penangguhan proyek bangunan, anggaran proyek yang terus membengkak akibat pandemic, serta anggaran proyek infrastruktur yang dialihkan untuk bantuan social.

Tahun 2022, pelan-pelan perekonomian sudah mulai merangkak naik, dengan mulai digalangkannya vaksin covid-19 bagi masyarakat, sehingga sector perekonomian mulai berjalan. Contohnya penerbangan internasional sudah dibuka serta gencarnya pembangunan infrastruktur pada tahun 2022 yang sempat ditunda akibat pandemic Covid-19 ini. Namun, terjadi permasalahan lain akibat penundaan dan penangguhan proyek ini, diantaranya yaitu inflasi yang tinggi, kenaikan suku bunga, dan melambatnya pertumbuhan ekonomi yang diproyeksikan akan berdampak ada sektor konstruksi serta menahan pendapatan riil dan daya beli, serta kemampuan pekerja proyek untuk bekerja yang menjadi tantangan utama bagi bisnis konstruksi. Hal-hal ini pula yang harus menjadi perhatian bisnis konstruksi sebagai bahan evaluasi untuk merancang strategi baru untuk menangani ketahanan industry di bidang konstruksi pasca pandemic Covid-19.

Untuk menaungi suatu kompetisi, penemuan terbaru, serta karya dari peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi dalam bidang konstruksi, maka diperlukan suatu forum yang dapat menjadi ruang dialog untuk bertukar ide dan gagasan, hasil karya, dan berkompetisi dalam usaha meningkatkan kualitas dan kompetisi dari peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi. Oleh karena itu, maka diadakanlah Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS), dimana merupakan suatu forum akademik khususnya di bidang Teknik Sipil yang diadakan setiap tahun. KoNTekS-16 tahun 2022 diadakan Oleh Universitas Warmadewa, Universitas Ngurah Rai, Universitas Mahasaraswati, Politeknik Negeri Bali, serta Politeknik Transportasi Darat Bali.

Karya akademik yang dihasilkan pada KoNTekS-16 yang disusun ke dalam Prosiding KoNTekS-16 tahun 2022 ini dapat memberikan perkembangan pengetahuan dari sisi peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi dalam menghadapi pasca pandemic Covid-19 , terutama di bidang konstruksi. Diharapkan kegiatan KoNTekS-16 tahun 2022 ini bisa dijadikan sarana untuk bertukar pikiran dalam menghadapi permasalahan pasca Pandem Covid-19 yang sesuai dari bidang dan keahlian seperti Rekayasa Struktur, Rekayasa Geoteknik, Rekayasa Transportasi, Keairan, Rekayasa Manajemen Konstruksi, serta Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, sehingga pengetahuan dan ilmu yang didapat bisa semakin diperbarui dan dikembangkan untuk kemajuan di bidang akademik maupun dunia kerja yang berguna bagi dunia Teknik Sipil di Indonesia.

KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"

KONSORSIUM PENYELENGGARA



PANITIA PENYELENGGARA



DIDUKUNG OLEH



DISPONSORI OLEH





SUSUNAN KEPANITIAAN

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-16

- Pengarah** : Prof. Dr. Ir. I Wayan Runa, M.T (Universitas Warmadewa)
Dr. Ir. I Gusti Agung Putu Eryani, M.T. (Universitas Warmadewa)
Dr. Ir. I Nengah Sinarta, S.T., M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
Ir. Cokorda Agung Yujana, M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
- Ketua Panitia** : Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, S.T, M.Si, M.T.,IPM (Universitas Warmadewa)
- Sekretaris** : Ir. I Wayan Gde Erick Triswandana, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
- Bendahara** : Ir. Ni Made Widya Pratiwi, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
- Sie Acara** : Ir. Ni Kadek Astariani, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Ir. A.A. Sagung Dewi Rahadiani, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ni Putu Silvi, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Budi Mardika, S.Pd., M.Pd. (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Anggun Prima Gilang Rupaka, S.P, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Ni Putu Way Kirana Putri Utami (202061121058)
Komang Pipin Indraswari Berata (202161121127)
- Sie Persidangan** : Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi S.T. M.T. (Universitas Warmadewa)
Ni Kadek Ayu Cipta Dewi (202161121126)
Ni Putu Dea Alodya Gustafani (202061121023)
Dewa Ayu Nyoman Sriastuti, S.T., M.T (Universitas Warmadewa)
- Sie Makalah & Percetakan** : Kadek Windy Candrayana, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ir. I Gusti Ngurah Eka Partama, S.T., M.Si (Universitas Ngurah Rai)
Dr. Ni Komang Ayu Agustini S.T., M.Eng. (Universitas Warmadewa)



Aris Budi Sulisty, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

I Putu Pranayoga Aditya (202061121092)

I Made Wahyu Anom Pramesti (202061121052)

I Kadek Adhitya Wiguna (202161121037)

Kadek Yonas Prameira (202161121032)

Sie Perlengkapan : Ir. I Ketut Yasa Bagiarta, M.T. (Universitas Warmadewa)

Ir. I Wayan Jawat, M.T. (Universitas Warmadewa)

I Wayan Alit Setiawan, S.T. (Universitas Warmadewa)

I Made Sedana Yoga, S.Kom (Universitas Warmadewa)

Putu Prabhu Wirautama, S.T. (Universitas Warmadewa)

Ida Bagus Wira haji ST., SAg., MSi., MT (Universitas Hindu Indonesia)

I Ketut Agus Mahardika (202161121116)

Pande Made Dwi Merta Kusuma (202161121085)

Anak Agung Gede Saka Pramana Agni (202161121091)

Sie Publikasi : Ir. Ni Komang Armaeni, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)

Arif Devi Dwipayana, S.T., M.M (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Dinda One Mulyaningtyas, S.T, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)

A.A. Bagus Oka Khrisna Surya, S.T, M.Ti (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Surya Aji Ermanto, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Sie Zoom & Recording : Ir. I Gede Angga Diputera, S.T., M.T. (Universitas Mahasaraswati)

I Gede Sukayasa, S.E. (Universitas Warmadewa)

I Gede Untung Wirawan (202061121116)

Agus Arya Pramana Maharat Fortunata (202061121015)

Anak Agung Gede Saka Pramana Agni (202161121091)



I Gusti Ngurah Putra Aryawan (202161121087)

Kadek Yonas Prameira (202161121032)

Sie Pendaftaran & Sertifikat : Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, ST., MT (Universitas Hindu Indonesia)

Ni Made Krisna Werdi, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Lia Nita Rahayu, S.T. (Universitas Warmadewa)

I Putu Aris Suardimas Pradnya Winata (202161121013)

Silvia Angelina Kurniawan (202161121017)

Sie Designer : Ir. I Putu Agus Putra Wirawan, S.T., M.T. (Universitas Mahasaraswati)

I Made Surya Sukma Mahardika, S.Kom., M.M. (Universitas Warmadewa)

Ir. I Wayan Muliawan, M.T. (Universitas Warmadewa)

Sie Konsumsi dan Upakara : Ir. Anak Agung Rai Asmani K., M.T. (Universitas Warmadewa)

Dwi Wahyu Hidayat, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Putu Ayu Govika Krisna D. S.E., M.M. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Dr. Made Novia Indriani, S.T., M.T (Universitas Hindu Indonesia)

Ni Luh Putu Andayani, S.H. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Nivia Dewi Sukranadi, S.E. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Dian Hartini, A.Md (Universitas Warmadewa)

Ni Luh Gede Indah Cahyani (202161121019)

Intan Angelicca (202161121014)

Rio Putra Carmawan (202161121090)

I Made Dwi Agustadana (202161121078)

Sie Publikasi & Dokumentasi : I Made Adnyana Putra (202061121031)

I Gede Premananda Putra (202061121036)



- Sie Sponsorship : I Gusti Agung Gede Nodya Dharmastika, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ir. Anak Agung Gede Sumanjaya, M.T. IPM. (Universitas Warmadewa)
Tri Hayatining Pamungkas, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Dr. Anak Agung Ayu Made Cahaya Wardani, S.T., M.T (Universitas Hindu Indonesia)
Ir. I Gede Gegiranang Wiryadi, ST, MT (Universitas Mahasaraswati)
- Sie Komite Ilmiah : Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Ferianto Raharjo, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
- Pengelola Website : Dr. Ir. Hermawan, ST., MT. (Unika Soegijapranata)
Alfredo Tjokrohadi (Unika Soegijapranata)
Eldisya M. Jebatu (Unika Soegijapranata)
Benny Ardhi Nugroho (Unika Soegijapranata)
Christopher Aditya Cahya Dewata (Unika Soegijapranata)
Antonius Erland Hendyayoga (Unika Soegijapranata)
- Reviewer : Dr. Ir. I Nengah Sinarta, S.T., M.T, IPM, A.Eng
Ida Bagus Rai Widiarsa.ST.MAsc., Ph.D
Dr. Andy Prabowo, S.T., M.T
Dr. Lisa Oksri Nelfia, ST, MT, MSc
Vienti Hadsari,PhD
Made Dodiek Wirya Ardana, ST, MT
Dr.techn. Indra Noer Hamdhan, S.T., M.T.
Dr. Yuki Achmad Yakin, M.T.
Dr. Galuh Crismaningwang, S.T., M.T
Dr. A'azokhi Waruwu, S.T., M.T.
Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, CIAR, CIRR, S.T., S.S.iT, M.T.
Dr. Imam Basuki



Dr. J Dwijoko Ansusanto

Dr. I Made Agus Ariawan, ST, MT

Dr. Ir. Dwi Prasetyanto, M.T.

Dr. Ir. Herman, M.T.

Prof. Ir. Leksmono S.P., M.T., Ph.D

Dr. Ir. I Made Sastra Wibawa, M.Erg

Dr. Ir. I Gusti Agung Putu Eryani, M.T

Dr. Ir. I Made Nada, M.Si

Dr.Ing. Agustina Kiky

I Putu Gustave Suryantara P. ST, M.Eng. PhD

Yessi Nirwana Kurniadi, S.T., M.T., Ph.D.

Dr.Eng. Fitri Suciaty, S.Si., M.Si.

Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T

Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, ST, M.Si, MT, IPM, Asean.Eng

AY. Harijanto Setiawan, PhD

Dr. Ir. Nyoman Yudha Astana, MT.

Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T.

Dr. Ir. Hermawan, S.T., M.T.

Dr.Ir.Darmawan Pontan, SE., MT., M.M.

Kadek Diana Harmayani, ST, MT., Ph.D

Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si.



ISSN 2985-7007

DAFTAR ISI

Editor Prosiding	ii
Prakata Editor	iii
Penyelenggara	iv
Kepanitiaan	v
Daftar Reviewer	viii
Daftar Isi	x
Pembicara Kunci	xi
Daftar Makalah	
A. Geoteknik	xvii
B. Struktur	xviii
C. Material	xx
D. Transportasi	xxii
E. Manajemen Konstruksi	xxiv
F. Keairan	xxvi
G. Infrastruktur dan Lingkungan	xxvii
Makalah	
A. Geoteknik	1
B. Struktur	191
C. Material	401
D. Transportasi	580
E. Manajemen Konstruksi	803
F. Keairan	1179
G. Infrastruktur dan Lingkungan	1342



DAFTAR MAKALAH

GEOTEKNIK

GT-17	PENGARUH GEMPA TERHADAP STABILITAS LERENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI KABUPATEN DONGGALA	1
GT-18	NILAI RESISTIVITAS DAN STRUKTUR BATUAN VULKANIK PASCA GEMPA DI KALDERA GUNUNG BATUR SERTA USAHA MITIGASI	11
GT-19	KAJIAN LONGSOR LERENG KEBUN KOPI KM 41+881 DAN KM 42+163 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	19
GT-20	POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN ALAT SWEDISH WEIGHT SOUNDING TEST PADA KELURAHAN DUYU KECAMATAN TATANGA KOTA PALU	29
GT-21	PENENTUAN JUMLAH MESH OPTIMUM PADA PEMODELAN SAMBUNGAN BLOK MODULAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	40
GT-22	PEMODELAN NUMERIK PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE	46
GT-23	UJI INTERFACE GAYA GESEK TANAH DAN TIANG DENGAN PASTA FRIKSI MENGGUNAKAN GESER LANGSUNG	62
GT-24	POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN ALAT SWEDISH WEIGHT SOUNDING TEST PADA LOKASI JALAN POROS PALU-BANGGA DESA BALIASE KABUPATEN SIGI	68
GT-25	ANALISIS STABILITAS LERENG DITINJAU MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI RUAS JALAN RAYA ABEPURA-SENTANI	79
GT-26	PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI INDEKS PLASTISITAS TANAH	87
GT-27	POTENSI PERKUATAN TANAH GAMBUT DENGAN PENAMBAHAN TANAH NON ORGANIK DAN SEMEN	93
GT-28	UJI CBR TANPA RENDAMAN PADA TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN GEOPOLIMER-FLY ASH	101
GT-29	EFEK PENAMBAHAN LIMBAH BAFU PADA STABILISASI LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI	109
GT-30	NEGATIVE SKIN FRICTION SUATU PELAJARAN YANG DAPAT DIPETIK	118
GT-31	PENYELIDIKAN SONDIR DI KOTA BIMA, SUMBAWA, NUSA TENGGARA BARAT	127
GT-32	PENGARUH HAMBATAN LEKAT TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI BANGUNAN SIPIL (STUDI KASUS HASIL SONDIR KOTA DENPASAR)	135
GT-33	ANALISIS REMBESAN AKIBAT ADANYA FLUKTUASI MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN PROGRAM GEO-STUDIO SEEPW 2018	142
GT-34	KORELASI TEKANAN LATERAL AKIBAT BEBAN DINAMIS DENGAN KECEPATAN KONSTAN KENDARAAN DIBANDINGKAN DENGAN BEBAN STATISNYA	150
GT-35	KARAKTERISTIK MEKANIK TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI SECARA FISIS MENGGUNAKAN CAMPURAN BOTTOM ASH DAN FLY ASH	158
GT-36	APLIKASI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN DATA SPT BERBASIS MIT APP INVENTOR	166
GT-37	REFRACTION SEISMIC INTERPRETATION TO DETERMINE ROCK LITHOLOGY	173
GT-38	PENGARUH GRID HEXAGONAL SEBAGAI LAPIS PONDASI	178
GT-39	DINDING PENAHAN TANAH SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR	184



STRUKTUR

ST-20	ANALISIS KERUSAKAN STRUKTUR PELAT ATAP STUDI KASUS GEDUNG E UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR	191
ST-21	KAPASTIAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN GFRP U-WRAPPING MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	201
ST-22	SANALISIS KINERJA YIELD-LINK SAMBUNGAN BAJA TERPRAKUALIFIKASI SIMPSON STRONG-TIE STRONG FRAME DENGAN METODE ELEMEN HINGGA	209
ST-23	ANALISIS KINERJA HOLLOW CORE SLAB PRECAST DENGAN VARIASI BENTUK LUBANG MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	220
ST-24	EVALUASI STRUKTUR DAN ANALISIS PUSHOVER GEDUNG Z SESUAI DENGAN SNI 1726 2012 DAN SNI 1726 2019	227
ST-25	RESPON STRUKTUR BERTINGKAT DENGAN VARIASI DIMENSI KOLOM AKIBAT BEBAN GEMPA BERBAGAI FREKUENSI	234
ST-27	EVALUASI RELIABILITAS JEMBATAN STANDAR RANGKA BAJA AKIBAT BEBAN LALU LINTAS HASIL PENGUKURAN B-WIM	242
ST-28	MENGENAL METODE-METODE PERHITUNGAN KEKUATAN PENAMPANG ELEMEN STRUKTUR BAJA CANAI DINGIN (COLD-FORMED)	252
ST-29	ANALISIS RESPON DINAMIK STRUKTUR TERHADAP KARAKTERISTIK GEMPA YANG BERBEDA DENGAN METODE RIWAYAT WAKTU (TIME HISTORY)	262
ST-30	KUALITAS HASIL PRODUKSI INDUSTRI PAVING BLOCK DI KOTA PALU	263
ST-31	ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL TERHADAP PENAMBAHAN ADDITIVE BESTMITTEL	272
ST-32	PERILAKU MEKANIK PANEL KOMPOSIT BETON RINGAN (LIGHTWEIGHT CONCRETE) PREFABRIKASI PADA PEMBEBABAN AXIAL	282
ST-33	PENGARUH FAKTOR GEMPA TERHADAP STRUKTUR ABUTMENT	290
ST-34	ANALISIS DAN DESAIN DIAFRAGMA BUKAAN LEBAR PADA BANGUNAN GEDUNG BETON BERTULANG 1	297
ST-35	PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON	306
ST-36	PENGARUH VARIASI JARAK TULANGAN SENGGANG KONTINU DENGAN TULANGAN TEKAN TUINGGAL TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON	311
ST-37	ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN DINDING PENGISI MENGGUNAKAN SHELL ELEMENT	320
ST-38	PERILAKU DINAMIS STRUKTUR IREGULER L BETON BERTULANG DENGAN VARIASI RASIO KELANGSINGAN STRUKTUR	330
ST-39	ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT SISTEM GANDA BERDASARKAN SNI 1726-2019	339
ST-40	PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU TERHADAP WAKTU IKAT (Setting Time) SEMEN	351
ST-41	ANALISIS MUTU PADA STRUKTUR KOLOM DAN TINGKAT KERUSAKAN DINDING BESERTA METODE PERBAIKAN	356
ST-42	STRUCTURAL DAMAGE DETECTION OF TWO-DIMENSIONAL FRAME USING MODE SHAPE CURVATURE METHODS	366
ST-43	EFISIENSI DIMENSI KOLOM PADA STRUKTUR GEDUNG TUJUH TINGKAT DENGAN PENAMBAHAN WING WALL	374



ST-44	KOMPARASI MODEL DAN UJI EKSPERIMEN PERILAKU ELASTOPLASTIS STRUKTUR YANG DIBEKANI LENTUR DAN TORSI	384
ST-45	TINJAUAN PERENCANAAN BOX CULVERT PADA LANDASAN PACU (RUN WAY) TORAJA AIRPORT	391



MATERIAL

MT-8	OPTIMASI PEMAKAIAN SERAT ROSELLA PADA BETON DENGAN VARIASI MAKSIMUM UKURAN AGREGAT 10 MM, 15 MM, 25 MM	401
MT-9	ANALISIS HUBUNGAN ANTARA TINGGI DAN DIAMETER BENDA UJI KAYU GALAM TERHADAP KUAT TEKAN	407
MT-10	PENGARUH RENDAMAN AIR SUNGAI MAHAKAM PADA ASPAL BETON (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK PENGUJIAN MARSHALL TEST	415
MT-11	PEMANFAATAN ABU LIMBAH KULIT GALAM SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DALAM CAMPURAN BETON	421
MT-12	EVALUASI MOISTURE SENSITIVITY CAMPURAN ASPAL HANGAT SKALA MASTIC DENGAN ADITIF ANTISTRIPPING WETFIX BXE	427
MT-13	PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU DAUN BAMBUI TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER	436
MT-14	PENCEGAHAN KOROSI PADA SEA WATER MIXED MORTAR DENGAN BAHAN IKAT PORTLAND POZZOLAN CEMENT (PPC)	444
MT-15	ANALISIS PERBANDINGAN EVALUASI MATERIAL KONSTRUKSI GREEN BUILDING MENGGUNAKAN GREENSHIP VERSI 1.2 DAN EDGE VERSI 3.0	453
MT-16	PENGARUH PENGGUNAAN CARBON NANOTUBE (CNT) TERHADAP KINERJA BETON	462
MT-17	PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BATA RINGAN DI KOTA SAMARINDA DENGAN BENDA UJI KUBUS	468
MT-18	ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN FOAM AGENT SINTETIS DAN FOAM AGENT NABATI TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR BUSA	474
MT-19	PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK LIMBAH SAYURAN DAN ADMIXTURE DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA METODE SELF HEALING CONCRETE	480
MT-21	ANALISIS KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT BUAH PINANG DAN WATERGLASS	491
MT-22	PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH LOW DENSITY POLYETHYLENE DAN ABU CANGKANG KEMIRI DALAM CAMPURAN ASPAL AC-WC	497
MT-23	ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN KARET ALAM TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON	506
MT-24	KOMPARASI PENGGUNAAN ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN PASTA SEMEN UNTUK GROUTING DUCTING PRESTRESS	512
MT-26	BLOK PLASTIK BAHAN PASANGAN DINDING (BPBPD) MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH DAN PLASTIK TIPIS BEKAS KEMASAN	517
MT-27	PENGARUH AIR LAUT PADA KUAT TEKAN DAN ABSORPSI BETON	523
MT-28	PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL	539
MT-29	PEMANFAATAN SISA PRODUKSI BATU ONYX UNTUK PENAMBAH PASIR SEBAGAI CAMPURAN ASPAL PADA PERKERASAN JALAN	534
MT-30	PENGARUH PAPAN HIDROGEN SULFIDA (H ₂ S) TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON DI LINGKUNGAN GEOTHERMAL	548
MT-31	ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN LIMBAH CIRCUM SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS	555



MT-32	KAJIAN-KEPADATAN-DAN-NILAI-PORI-RAP-PADA-LAPIS-HRS-DENGAN-PEMANFAATAN-OLI-BEKAS	564
MT-33	PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA BETON GEOPOLIMER	572



TRANSPORTASI

TR-12	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KURANGNYA MINAT PELAJAR DALAM PENGGUNAAN BUS TRANS JOGJA	580
TR-13	THE ANALYSIS OF THE CHECK-IN COUNTER LEVEL OF SERVICE AT SULTAN SYARIF QASIM II AIRPORT-PEKANBARU	590
TR-14	ANALISIS TARIF ANGKUTAN UMUM TEMAN BUS YOGYAKARTA BERDASARKAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN	596
TR-16	EFEKTIVITAS KEBERADAAN RUANG PARKIR RUMAH MAKAN AYAM KALASAN JOGJA DI KOTA PALU	604
TR-17	PENILAIAN PERJALANAN BELANJA ONLINE MASYARAKAT KECAMATAN PALU TIMUR BERDASARKAN WAKTU TEMPUH DAN BIAYA	613
TR-18	EVALUASI KINERJA DAN PERSEPSI PENUMPANG TERHADAP OPERASIONAL BUS PADA TERMINAL MENGWI BADUNG- BALI	622
TR-19	STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)	630
TR-20	ANALISIS TARIF SHUTTLE BUS RUTE JOGJA SEMARANG BERDASARKAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN	637
TR-21	TRANS JOGJA SEBAGAI PENDUKUNG MOBILITAS PELAJAR DI YOGYAKARTA	645
TR-22	PEMODELAN SIMPANG TIDAK SEBIDANG GASIBU KOTA BANDUNG BERBASIS DRONE MAPPER	652
TR-23	STUDI POTENSI JARINGAN ANGKUTAN UMUM DAN AKSESIBILITAS MODA KAWASAN DI SEKITAR KORIDOR LRT JABODEBEK	661
TR-24	EVALUASI KONDISI RUAS JALAN TOMANG RAYA DENGAN METODE IRAP UNTUK MENCAPI STAR RATING 4 DAN 5	669
TR-25	ANALISIS EVALUASI TARIF BERDASARKAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN PADA BUS ANTAR KOTA DALAM PROVINSI RUTE PALANGKARAYA PANGKALANBUN	678
TR-26	KAJIAN PENGEMBANGAN UNDERPASS PADA SIMPANG SANUR DI KOTA DENPASAR	684
TR-27	EVALUASI PELAYANAN KERETA API BANDAR UDARA BERDASARKAN STANDAR PELAYANAN MINIMUM (SPM)	692
TR-29	ANALISIS KETAHANAN TERHADAP PELEPASAN BUTIR PADA ASPAL EMULSI YANG MENGANDUNG BUTON GRANULAR ASPHALT (BGA)	699
TR-30	KINERJA KAPASITAS LALU LINTAS JALAN MUSTIKA JAYA BEKASI DIPENGARUHI OLEH HAMBATAN SAMPING JALAN	706
TR-31	ANALISA KELAYAKAN TARIF ANGKUTAN UMUM KOTA JAYAPURA	711
TR-32	ANALISIS DAN EVALUASI KUALITAS PELAYANAN FASILITAS RANGKAIAN KERETA PADA KRL	716
TR-33	ANALISIS DAN EVALUASI KUALITAS PELAYANAN FASILITAS PRASARANA PARK AND RIDE PADA KRL COMMUTER LINE DI STASIUN KOTA BEKASI	726
TR-34	STUDI ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN SIMPANG TOHPATI DENPASAR BALI	736
TR-35	ANALISIS KUALITAS PELAYANAN BUS SEKOLAH DENGAN METODE QFD	743
TR-36	KAJIAN PEMILIHAN FASILITAS JALUR PEDESTRIAN SEBAGAI RUANG TERBUKA DI AREA PERKANTORAN DAN SEKOLAH PADA SUMBU FILOSOFI KOTA YOGYAKARTA	750
TR-37	EVALUASI ARUS JENUH DAN PANJANG ANTRIAN PADA SIMPANG EMPAT BERSINYAL KEUTAPANG KOTA BANDA ACEH_R1	758



TR-38	TINJAUAN FASILITAS PERLENGKAPAN JALAN PADA JALAN IMAM MUNANDAR PEKANBARU	766
TR-39	ANALISIS TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA JASA TERHADAP KINERJA PELAYANAN TERMINAL MESRAN DI KOTA JAYAPURA	775
TR-40	KORELASI ANTARA BAN KEMPES TERHADAP MUATAN KENDARAAN (STUDI KASUS JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN KM 12)	783
TR-41	ANALISIS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI DI TERMINAL MENGWI MENGGUNAKAN MODEL LOGIT	791



MANAJEMEN KONSTRUKSI

MK-47	ANALISIS KELAYAKAN ANTARA PEMBELIAN DENGAN SEWA ALAT BERAT PADA PROYEK PLTU TANJUNG SELOR	803
MK-48	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA TENAGA KERJA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG PADA MASA PANDEMI COVID-19	812
MK-49	ANALISIS DAMPAK PANDEMI COVID-19 TERHADAP SUPPLIER MATERIAL KONSTRUKSI DI KOTA PALU	818
MK-50	IDENTIFIKASI FAKTOR KINERJA MANDOR PADA PEMBANGUNAN KONSTRUKSI GEDUNG (UNIVERSITAS NEGERI ISLAM PALU)	827
MK-51	EFISIENSI KUANTITAS DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PROYEK KITB III JAWA TENGAH	835
MK-52	KAJIAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DI DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG (DPUPR) PROVINSI KALIMANTAN TENGAH SEBELUM, SAAT DAN SETELAH PANDEMI COVID-19	841
MK-53	IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DAYA SAING KONTRAKTOR KECIL PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI KOTA PALU	850
MK-54	ANALISIS INVESTASI PENGEMBANGAN PROYEK PERUMAHAN DI DAERAH PURBALINGGA	859
MK-55	KONTRIBUSI LEADING DAN LAGGING INDICATORS DALAM MENINGKATKAN BUDAYA KESELAMATAN KONSTRUKSI DI INDONESIA	869
MK-56	PENJADWALAN SUMBER DAYA MANUSIA PADA PELAKSANAAN PROYEK (STUDI KASUS PROYEK GEDUNG DI YOGYAKARTA)	877
MK-57	KOMPLEKSITAS PEMODELAN DALAM SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI KASUS PEKERJAAN CFG PILE	884
MK-58	STUDI PENDAHULUAN MENGENAI ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA PEKERJAAN PEMASANGAN LANTAI CONWOOD DECK 12	895
MK-59	IMPLEMENTASI PENERAPAN BIM-BASED LCA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG	901
MK-60	KAJIAN PENERAPAN GREENROADS PADA PROYEK JALAN PERKOTAAN DI DENPASAR	908
MK-62	IMPLEMENTASI BIM PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT	917
MK-63	KAJIAN STRATEGI KETAHANAN INDUSTRI KONSTRUKSI PASCA PANDEMI	926
MK-64	KAJIAN PENGARUH KECELAKAN KERJA DAN KETERJANGKITAN COVID-19 TERHADAP PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI	932
MK-65	PERAN PROJECT MANAGEMENT OFFICE DALAM SEBUAH LEMBAGA KEMENTERIAN (STUDI KASUS : DIREKTORAT JENDRAL PERKERETAAPIAN)	942
MK-66	FAKTOR PENENTU KOMPETENSI TENAGA KERJA KONSTRUKSI DALAM PROSES UJI OLEH LEMBAGA SERTIFIKASI PROFESI	949
MK-67	KAJIAN KEGIATAN REHABILITASI RUMAH TIDAK LAYAK HUNI NON KAWASAN DAN TERDAMPAK BENCANA DI KABUPATEN TANGERANG	959
MK-68	DAMPAK PERUBAHAN DESAIN TERHADAP WAKTU DAN BIAYA PROYEK STUDI KASUS PROYEK GEDUNG	968
MK-69	PENILAIAN RISIKO PENANGANAN KEBAKARAN DI KAWASAN HERITAGE KOTA LAMA SEMARANG	974
MK-71	ANALISIS RISIKO DAN RESPON RISIKO PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN PERKERASAN JALAN DI JAYAPURA	981



MK-72	ANALISIS RISIKO PADA PRESERVASI INFRASTRUKTUR JALAN DI PAPUA DITINJAU DARI PIHAK KONSULTAN PERENCANA	989
MK-73	PENILAIAN ECOGREEN INDUSTRIAL ESTATE PEKANBARU DENGAN PERANGKAT GREENSHIP NEIGHBORHOOD VERSI 1.0	996
MK-74	KINERJA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG X PADA KABUPATEN MAMASA DENGAN METODE EARNED VALUE	1006
MK-75	PENERAPAN K3 UNTUK MITIGASI KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (STUDI KASUS DI PROYEK RUMAH SAKIT KELUARGA SEHAT III SEMARANG)	1013
MK-76	ANALISIS INDIKATOR HIJAU PADA PEMBANGUNAN PELABUHAN MARINA DI LABUAN BAJO	1024
MK-77	MANAJEMEN RISIKO DAN STRATEGI MITIGASI RISIKO TERHADAP BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN	1031
MK-78	ANALISIS FAKTOR PENYEBAB PEMBENGGAKAN BIAYA KONSTRUKSI (COST OVERRUN)	1038
MK-79	ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PROYEK PADA PEMBANGUNAN PLTBN DAN PLTD SARMU 5 MW	1049
MK-80	PREFERENSI MASYARAKAT KOTA MAGELANG TERHADAP APARTEMEN BERKONSEP GREEN BUILDING PASCA PANDEMI COVID-19	1054
MK-81	PENERAPAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) DALAM PEMILIHAN GREEN SUPPLIER	1061
MK-82	PREFERENSI MASYARAKAT DI KOTA TANGERANG SELATAN TERHADAP GREEN HOME PASCA PANDEMI COVID 19	1068
MK-83	MANAJEMEN RISIKO PEMBANGUNAN GEDUNG TINGGI AKIBAT SITUASI DAN KONDISI COVID-19	1075
MK-84	ANALISIS PENGHAMBAT KINERJA WASTE MANAGEMENT AKIBAT FAKTOR PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG	1081
MK-85	PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PEMBANGUNAN PASAR OROBUA KABUPATEN MAMASA	1088
MK-86	BAK ADUK DAN WASHING BOX UNTUK PEKERJAAN FINISHING	1095
MK-87	IDENTIFIKASI DAN MITIGASI RISIKO PELAKSANAAN DED REVITALISASI KAWASAN DANAU BATUR, BALI	1105
MK-88	INVESTASI PERUMAHAN PURI MAHKOTA MUKTIWARI DI KABUPATEN BEKASI	1113
MK-89	ANALISIS RISIKO BIAYA DAN WAKTU AKIBAT RE_DESIGN PEKERJAAN KONSTRUKSI JALAN TOL DENGAN KONTRAK DESIGN AND BUILD (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN JALAN TOL RUAS PEKANBARU-PADANG SEKSI BANGKINANG-PANGKALAN TAHAP 1)	1123
MK-90	PENATAAN PEDAGANG KAKI LIMA UNTUK MEWUJUDKAN JEMBER SEBAGAI KOTA DESTINASI WISATA	1134
MK-91	DAMPAK PENERAPAN MANAJEMEN PROYEK PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR DI KABUPATEN MAMASA	1147
MK-92	ANALISA PERBANDINGAN PERHITUNGAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOW, SNI, DAN AHSP STUDI DI PEMBANGUNAN RUSUN BPKP KUPANG	1155
MK-93	EVALUASI PELAKSANAAN KONSTRUKSI DARI ASPEK BIAYA DAN WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN CRASHING METHOD	1162
MK-94	ANALISIS RISIKO LINGKUNGAN PADA PRA KONSTRUKSI PEMBANGUNAN	1172



KEAIRAN

KA-10	IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT DI DAERAH PESISIR PANTAI MERTASARI-SANUR DENGAN METODE VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING (VES)	1179
KA-11	STUDI ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI SETELAH PEMBANGUNAN PELABUHAN SANUR	1189
KA-13	OPTIMASI VOLUME TABUNG UDARA POMPA HIDRAM TERHADAP DEBIT AIR YANG DIHASILKAN	1197
KA-14	ANALISIS SIMULASI TINGGI MUKA AIR SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR	1203
KA-15	SIMULASI POLA SEDIMENTASI WADUK LEUWIKERIS	1211
KA-16	PENGELOLAAN MATA AIR DENGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA HIDROPANDE	1219
KA-17	ANALISIS HIDROLOGI RANCANGAN PADA SALURAN DRAINASE DI JALAN NAGASARI PENATIH DENPASAR	1225
KA-18	STUDI KOMPERATIF METODE WEIBULL DAN METODE FISHER-TIPPET TYPE 1 DALAM MENGHITUNG GELOMBANG DI PELABUHAN DONGGALA	1235
KA-19	PEMODELAN JALUR EVAKUASI BENCANA BANJIR PADA DESA-DESA YANG BERADA DI KECAMATAN LANGSA LAMA DAN LANGSA KOTA BERBASIS SIG (SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS)	1258
KA-20	KAJIAN KAPASITAS SUNGAI KUPANG KOTA PEKALONGAN TERHADAP DEBIT BANJIR	1265
KA-21	EVALUASI KETERSEDIAAN AIR WADUK LOGUNG UNTUK IRIGASI	1276
KA-22	OPTIMALISASI AIR SUMUR DALAM DI KECAMATAN SUKODONO, KABUPATEN SRAGEN	1285
KA-23	PENENTUAN SKALA PRIORITAS REHABILITASI JARINGAN IRIGASI PADA SALURAN SEKUNDER AMBULU, KABUPATEN JEMBER	1296
KA-24	OPTIMASI DAERAH IRIGASI CIMULU BERBASIS BANGKITAN DATA	1305
KA-25	PEMETAAN GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR PULAU BALI DENGAN CITRA SYNTHETIC APERTURE RADAR	1314
KA-26	SIMULASI HIDROGRAF SATUAN SINTETIS UNTUK ANALISA KAPASITAS TAMPANG SUNGAI CILOSEH	1320
KA-27	PENGARUH SEDIMENTASI TERHADAP KINERJA SALURAN D.I BILA-KALOLA DESA KALOLA KECAMATAN MANIANGPAJO KABUPATEN WAJO	1329
KA-28	SIMULASI GENANGAN AKIBAT BANJIR ROB DI PESISIR UTARA JAKARTA	1336



INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN

LK-05	STUDI LITERATUR TENTANG SIKLUS HIDUP ENERGI DAN KARBON (LCEC) PADA SEKTOR KONSTRUKSI	1342
LK-07	ANALISIS SOSIAL EKONOMI PRASARANA PERUMAHAN KAVLING DI KAWASAN BANDUNG UTARA STUDI KASUS KAVLING GRAHA ISOLA	1350
LK-08	EVALUASI ESTIMASI EMBODIED ENERGY PADA STRUKTUR PERKERASAN JALAN FLYOVER WILAYAH MRANGGEN BERDASARKAN DUA METODE	1360



KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16



ISSN 2985-7007





ST-39

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT SISTEM GANDA BERDASARKAN SNI 1726-2019

Mahadi Kurniawan^{1*}, Heri Ahmadi², Firman Syarif³, Deddy Purnomo Retno⁴, dan Jumeilia Armayani⁵

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru
e-mail: mahadi.kurniawan@eng.uir.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru
e-mail: heriahmadi@eng.uir.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru
e-mail: firmansyarif@eng.uir.ac.id

⁴Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru
e-mail: deddy.purnomo@eng.uir.ac.id

⁵Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru
e-mail: jumeiliaarmayani@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah rawan gempa. Sesuai dengan peraturan gempa yang berlaku di Indonesia yaitu SNI 1726-2019, Kota Jakarta merupakan salah satu daerah dengan tingkat resiko gempa yang tinggi. Saat ini mulai diperkenalkan konsep untuk menilai kinerja bangunan struktur terhadap pengaruh gempa kuat yaitu konsep desain berbasis kinerja (*pushover analysis*). Pada penelitian ini akan dievaluasi struktur bangunan bertingkat yaitu Rumah Susun dengan sistem struktur ganda yang berada di Kota Jakarta dengan total 11 lantai dan memiliki ketinggian 36,5 m. Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan level kinerja pada struktur bangunan gedung, serta memperlihatkan posisi sendi plastis yang terjadi dari hasil perhitungan pemodelan perilaku non linear. Untuk mengetahui kinerja struktur pada bangunan tinggi bertingkat banyak dan bangunan-bangunan yang memerlukan ketelitian yang sangat besar, maka diperlukan analisis response spektrum yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis berbasis kinerja untuk mengetahui level kinerja struktur bangunan dalam memperkirakan gaya maksimum, deformasi yang terjadi, dan memperoleh informasi posisi terjadinya sendi plastis. Pada penelitian desain berbasis kinerja ini, akan digunakan metode spektrum kapasitas (ATC-40), dan koefisien perpindahan (FEMA 440). Hasil yang didapat dari analisis data adalah level kinerja struktur bangunan Rumah Susun menurut ATC-40 dan FEMA 440 adalah tingkat *Immediately Occupancy* (IO) yaitu bila terjadi gempa, hanya sedikit kerusakan struktural yang terjadi, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dipakai. Akan tetapi, mayoritas posisi sendi plastis terjadi pada elemen kolom kemudian terjadi pada elemen balok, keadaan ini tidak memenuhi konsep desain *strong column weak beam* atau dengan kata lain kolom pada struktur dalam keadaan lemah.

Kata kunci: analisis kinerja, *pushover analysis*, sendi plastis, sistem ganda, beton bertulang.

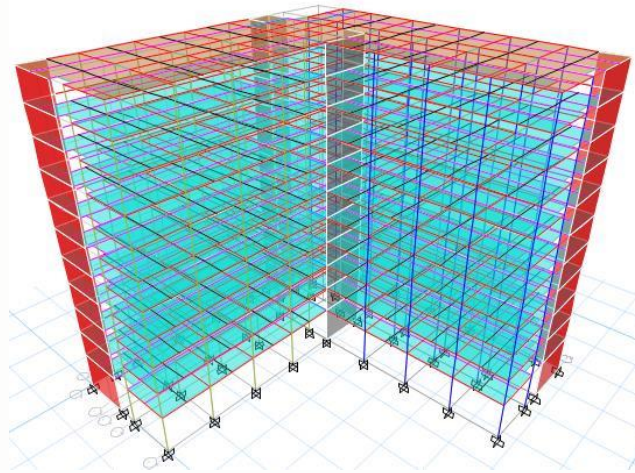
1. PENDAHULUAN

Indonesia berada pada zona tektonik yang sangat aktif karena terletak di antara pertemuan empat lempeng duni, yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina sehingga menjadi sangat rawan terhadap gempa bumi. Untuk perencanaan struktur bangunan pada daerah rawan gempa diperlukan acuan standar dan peraturan yang telah ditetapkan pemerintah untuk menjamin keselamatan penghuni terhadap gempa besar yang mungkin akan terjadi sehingga dapat meminimalisir kerusakan struktur bangunan dan timbulnya korban jiwa. Analisis struktur dinamik pada bangunan gedung dilakukan sesuai dengan acuan peraturan perencanaan desain beban gempa yang berlaku yaitu SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung. Untuk pengembangan desain struktur bangunan pada perencanaan rekayasa gempa, mulai diperkenalkan konsep desain berbasis kinerja atau yang biasa dikenal dengan *pushover analysis*.

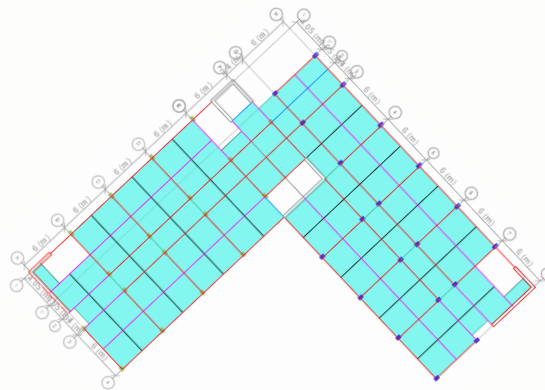
Pushover analysis adalah suatu analisis kinerja yang mengaplikasikan beban dorong secara berangsur-angsur hingga struktur bangunan runtuh. Desain berbasis kinerja menekankan kinerja suatu struktur selama terjadinya respon gempa sehingga struktur dapat mengalami penurunan kinerja yang mengakibatkan suatu struktur dapat mengalami kerusakan bahkan keruntuhan. Penurunan kinerja dapat mengurangi tingkat keamanan dan umur struktur bangunan. Tingkat kerusakan selama respon gempa tersebut menggambarkan besar kinerja atau performa suatu struktur yang didesain. Untuk itu perlu dilakukan penilaian kecukupan kinerja dan keamanan struktur bangunan sebelum terjadinya kerusakan bangunan yang tidak diinginkan.

Pada penelitian ini akan dievaluasi suatu bangunan bertingkat banyak yaitu bangunan Rumah Susun yang berada di daerah rawan gempa yakni Kota Jakarta dan memiliki ketinggian total 11 lantai. Tinggi tingkat lantai 1 adalah 4,5 m dan tinggi tingkat lantai 2 sampai 11 adalah 3,2 m sehingga tinggi total adalah 36,5 m. Bangunan ini akan direncanakan berdasarkan sistem ganda, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK). Bangunan ini dirancang dengan material beton bertulang dengan geometri struktur berbentuk huruf L. Pada komponen struktur balok dan lantai, mutu beton (f_c') = 30 MPa dan mutu baja tulangan BJTS (f_y) = 400 MPa. Sedangkan pada struktur kolom dan dinding geser, mutu beton (f_c') = 40 MPa dan mutu baja tulangan BJTS (f_y) = 400 MPa. Angka Poison dan Modulus Elastisitas untuk keseluruhan struktur adalah berturut-turut 0,2 dan 200.000 MPa. Dimensi balok, kolom, plat lantai dan dinding geser sesuai dengan kondisi eksisting bangunan pada gambar rencana. Untuk mengetahui kinerja struktur pada bangunan tinggi bertingkat banyak dan bangunan-bangunan yang memerlukan ketelitian yang sangat besar, maka diperlukan analisis dinamik linear metode respons spektrum yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode analisis statik non linear berbasis kinerja (*pushover analysis*) untuk mengetahui level kinerja struktur bangunan dalam memperkirakan gaya maksimum, deformasi yang terjadi, dan memperoleh informasi dari posisi sendi plastis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui level kinerja yang dihasilkan dari *Pushover Analysis* pada struktur gedung Rumah Susun 11 lantai tersebut dan mengetahui dimana posisi terjadinya Sendi Plastis pada gedung tersebut. Pemodelan bangunan gedung dan denah tipikal dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut ini:



Gambar 1. Pemodelan 3 Dimensi Struktur Gedung Rumah Susun 11 Lantai



Gambar 2. Denah Tipikal Struktur Gedung Rumah Susun 11 Lantai

Pada penelitian desain berbasis kinerja, akan digunakan metode spektrum kapasitas (*ATC-40*), dan koefisien perpindahan (*FEMA 440*) serta level kinerja yang direkomendasikan adalah *Life Safety Level* saat simpangan total maksimum 0,02. Hal ini dikarenakan pada berbagai eksperimen yang dilakukan menghasilkan respon dengan deformasi yang besar sehingga proporsional untuk detailing pada bangunan baru (*ATC-40*, 1996). Peraturan-peraturan yang digunakan untuk perencanaan pembebanan gedung, analisis struktur beton bertulang dan pembebanan dinamik berturut-turut menggunakan SNI 1727-2013, SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019.

2. LANDASAN TEORI

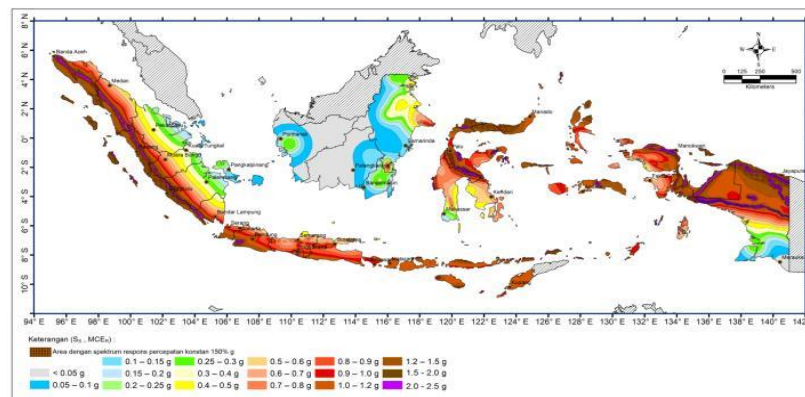
Analisis Ragam Response Spektrum

Respon spektrum adalah konsep pendekatan yang digunakan untuk tujuan perencanaan bangunan. Definisi respons spektrum adalah respons maksimum dari sistem struktural *Single Degree of Freedom (SDOF)* terhadap percepatan, kecepatan, dan perpindahan karena struktur yang dibebani oleh gaya eksternal tertentu. Absis dari respons spektrum adalah periode alami sistem struktur dan ordinat respons spektrum adalah respons maksimum. Kurva respons spektrum akan menunjukkan simpangan relatif maksimum (S_d), kecepatan relatif maksimum (S_v) dan percepatan total maksimum (S_a).

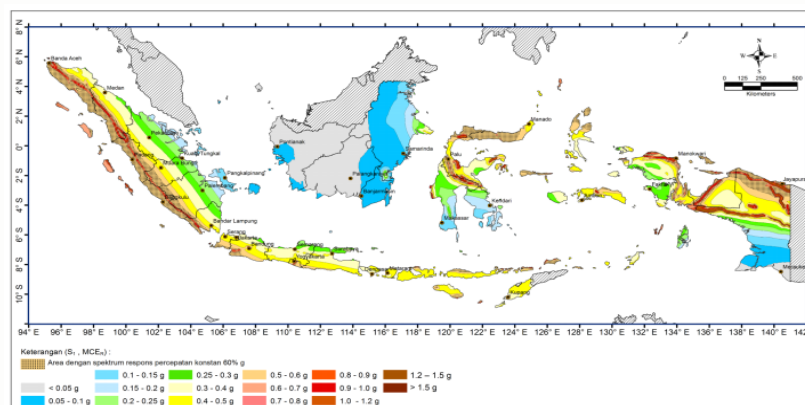
Sebelum dilakukan analisis dinamik, response spektrum terlebih dahulu harus ditentukan berdasarkan parameter-parameter yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Parameter Percepatan Batuan Dasar Terpetakan.

Untuk mendesain sebuah bangunan gedung, diperlukan penentuan parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek (S_s) yang ditetapkan berdasarkan respons spektrum percepatan 0,2 detik dan percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1) yang ditetapkan berdasarkan respon spektrum percepatan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Nilai tersebut dapat dilihat pada peta gempa pada SNI 1726-2019, seperti yang disajikan pada gambar berikut ini:



Gambar 3. Parameter gerak tanah S_s , Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCEr) (SNI 1726-2019)



Gambar 4. Parameter gerak tanah S_1 , Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCEr) (SNI 1726-2019)

2. Koefisien-koefisien Situs dan Parameter-parameter Respon Spektrum Percepatan Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget (MCEr).

Pada penentuan parameter respons spektrum percepatan gempa $MCEr$ dipermukaan tanah diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik (F_a) dan periode 1 detik (F_v) bisa didapatkan dari hubungan parameter respons spektrum percepatan gempa dengan kelas situs yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Koefisien Situs F_a (SNI 1726-2019)

Kelas situs	Parameter respons spektruml percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS(a)					

Keterangan :

1. Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier.
2. SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik.

Tabel 2. Koefisien Situs F_v (SNI 1726-2019)

Kelas situs	Parameter respons spektruml percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I = 0,5$	$S_I \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS(a)					

Keterangan :

1. Untuk nilai-nilai antara S_I dapat dilakukan interpolasi linier.
2. SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik.

Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{MI}) harus ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (1)$$

$$S_{MI} = F_v \cdot S_I \quad (2)$$

Keterangan :

F_a = Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek.

F_v = Faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik.

S_s = Percepatan batuan dasar pada periode pendek.

S_I = Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik.

3. Parameter Spektrum Desain

Parameter percepatan spektrum desain untuk periode pendek (S_{DS}) dan pada periode 1 detik (S_{DI}) dapat dihitung berdasarkan persamaan (3) dan persamaan (4).

$$SDS = 2/3 SMS \quad (3)$$

$$SDI = 2/3 \cdot SM1 \quad (4)$$

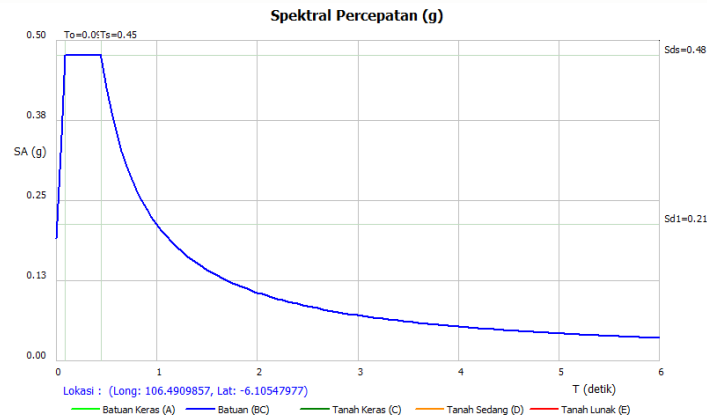
Keterangan :

S_{DS} = Parameter respons percepatan pada periode pendek.

S_{DI} = Parameter respons percepatan pada periode 1 detik.

4. Response Spektrum Desain

Response Spektrum Desain kota Jakarta sesuai dengan SNI 1726-2019 berdasarkan situs Litbang PU adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Spektrum Respons Desain (*rsapuskim2019.litbang.pu.go.id,2021*)

Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan untuk metode ultimit struktur harus dirancang sedemikian rupa sehingga kuat rencananya melebihi beban terfaktor sesuai dengan SNI 1726-2019 Pasal 4.2.2, yaitu sebagai berikut:

- Kombinasi 1. 1,4 DL (5)
- Kombinasi 2. 1,2 DL + 1,6 LL + 0,5 (L_r atau R) (6)
- Kombinasi 3. 1,2 DL + 1,6 (L_r atau R) + (L atau 0,5 W) (7)
- Kombinasi 4. 1,2 DL + 1,0 W + LL + 0,5 (L_r atau R) (8)
- Kombinasi 5. 1,2 DL + 1,0 E + LL (9)
- Kombinasi 6. 0,9 DL + 1,0 W (10)
- Kombinasi 7. 0,9 DL + 1,0 E (11)

Untuk penggunaan kombinasi beban 5 dan 7 yang terdapat pengaruh gempa. Menurut SNI 1726-2019 Pasal 7.4.2, terdapat faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal yaitu sebagai berikut:

- Kombinasi 1. $(1,2 + 0,2 SDS) DL + 1,0 LL \pm 0,3 \rho EX \pm 1,0 \rho EY$ (12)
- Kombinasi 2. $(1,2 + 0,2 SDS) DL + 1,0 LL \pm 1,0 \rho EX \pm 0,3 \rho EY$ (13)
- Kombinasi 3. $(0,9 + 0,2 SDS) DL \pm 0,3 \rho EX \pm 1,0 \rho EY$ (14)
- Kombinasi 4. $(0,9 + 0,2 SDS) DL \pm 1,0 \rho EX \pm 0,3 \rho EY$ (15)

Keterangan :

DL = Beban mati, termasuk beban mati tambahan

LL = Beban hidup

L_r = Beban hidup atap

R = Beban hujan

W = Beban angin

EX = Beban gempa arah X

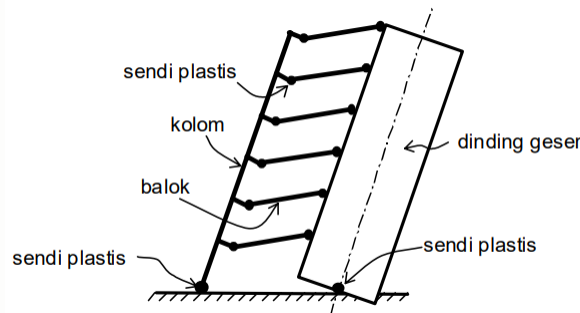
EY = Beban gempa arah Y

ρ = Faktor redundansi

SDS = Percepatan spektral desain pada periode pendek

Sendi Plastis

Dalam analisis statik non linear (*pushover*) perlu diperhatikan mengenai pendefinisian sendi plastis (*plastic hinges*) pada elemen struktur bangunan yang akan dibuat. Pendefinisian sendi plastis didasarkan pada perilaku struktur yang didesain. Dalam hal ini struktur akan berperilaku sebagai *strong column weak beam* yaitu apabila struktur terkena beban lateral maka balok akan terlebih dahulu mengalami kelelahan atau keruntuhan pada ujung-ujung balok, kemudian dilanjutkan dengan kelelahan atau keruntuhan pada pangkal kolom. Mekanisme sendi plastis dapat dilihat pada gambar berikut:

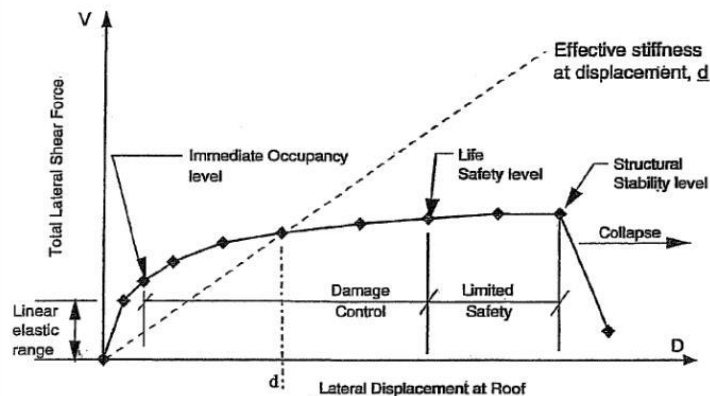


Gambar 6. Sendi Plastis (*Plastic Hinges*) pada Balok dan Kolom (Laresi,2017)

Analisis Statik Non Linear (*Pushover Analysis*)

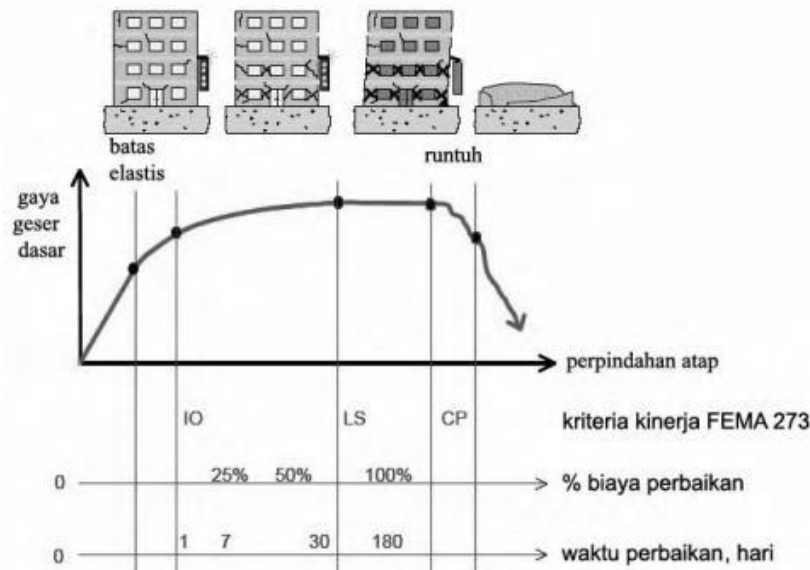
Analisis statik non linear (*pushover analysis*) adalah metode desain berbasis kinerja yang merupakan prosedur analisis untuk menentukan kinerja struktur. Kinerja struktur adalah tingkatan performa suatu struktur terhadap gempa rencana. Tingkatan performa suatu struktur dapat diketahui dengan melihat tingkat kerusakan pada struktur saat terkena gempa rencana dengan periode ulang tertentu, sehingga tingkat kinerja struktur akan selalu berhubungan dengan biaya perbaikan pada struktur gedung tersebut. Metode yang dipakai untuk menganalisa struktur berbasis kinerja pada umumnya adalah metode riwayat waktu non linear (*non linear time history analysis*) dan metode analisis statik non linear. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis statik non linear yang dinilai lebih sederhana, yang didasari oleh peraturan ATC-40, dan FEMA 440.

Metode spektrum kapasitas atau *capacity spectrum method* (CSM) merupakan salah satu metode analisis statik non linear yang digunakan untuk mengetahui kinerja suatu struktur. Kinerja struktur metode ATC-40 digambarkan dengan kurva hubungan antara perpindahan lateral dan besar gaya yang bekerja atau disebut dengan kurva kapasitas yang dapat dilihat pada Gambar 7. Kurva kapasitas menggambarkan plot nilai dari total gaya geser dasar akibat gempa pada struktur, untuk berbagai kenaikan pembebanan dan perpindahan lateral gedung pada tingkat gaya lateral tertentu.



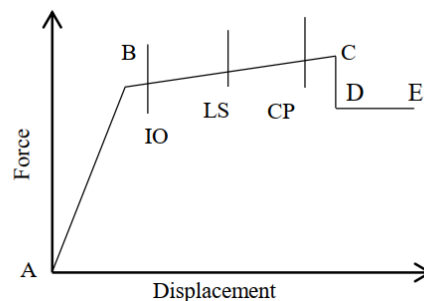
Gambar 7. Tipikal Kurva Kapasitas pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur (ATC-40)

Berdasarkan kinerja struktur bangunan pada FEMA 440 yang merupakan perbaikan dari metode koefisien perpindahan FEMA 356, gempa dibagi menjadi beberapa kategori dan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Tingkat Kinerja Struktur (FEMA273/356)

Kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya dan perpindahan serta karakteristik sendi plastis yang bergerak dari titik A-B-C-D kemudian E yang berasal dari hasil analisis *pushover* dapat dilihat pada Gambar 9. Pada titik A adalah titik origin atau kondisi dimana belum adanya pembebanan sehingga belum terjadi plastifikasi pada sendi plastis, titik B adalah kondisi dimana elemen mengalami pelepasan pertama, titik C adalah kapasitas ultimit dari elemen, titik D adalah kekuatan sisa (*residual strength*) dari elemen dan titik E adalah batas dimana elemen struktur telah mengalami keruntuhan (*failure*). Level kinerja bangunan (IO, LS dan CP) terletak diantara sendi plastis leleh pertama sampai mencapai batas ultimitnya.



Gambar 9. Tingkat Plastifikasi Sendi Plastis Elemen (FEMA 356)

3. METODOLOGI

Tahapan metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Penelitian.

Persiapan penelitian ini meliputi pemilihan struktur gedung sebagai bahan penelitian. Struktur gedung yang dipilih adalah Rumah Susun 11 lantai yang terletak di Kota Jakarta. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statik non linear dengan berbasis kinerja (*pushover analysis*) menggunakan metode ATC-40 dan FEMA 440.

2. Analisis Data.

Analisis data yang digunakan adalah analisis dinamik linear dengan analisis response spektrum (*response spectrum analysis*) dan analisis statik non linear dengan berbasis kinerja (*pushover analysis*). Setelah seluruh data yang dibutuhkan terkumpul, data akan dianalisa sebagai berikut :

A. Menghitung Pembebanan.

Menghitung pembebanan yang bekerja pada struktur dapat berupa beban mati (*dead load*), beban mati tambahan (*superimpose dead load*), dan beban hidup (*live load*). Beban mati (*dead load*) didefinisikan sebagai beban sendiri pada struktur yang besarnya sesuai dengan dimensi dan penampang struktur. Beban

mati tambahan (*superimpose dead load*) didefinisikan sebagai komponen non struktural yang terdapat pada struktur. Beban hidup (*live load*) didefinisikan sebagai beban yang terjadi akibat penggunaan struktur gedung.

B. Menghitung *Response Spectrum* Desain.

Menghitung *response spectrum* desain untuk mendapat bentuk kurva antara periode struktur T , dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu sesuai wilayah gempa. Data yang dibutuhkan dalam analisis *response spectrum* adalah fungsi bangunan, letak bangunan terhadap wilayah gempa, jenis tanah dan tipe struktur yang didapat dari situs rsapuskim2019.litbang.pu.go.id. Data untuk menentukan parameter-parameter *response spectrum* desain meliputi penentuan kelas situs berdasarkan jenis tanah pada bangunan, percepatan batuan dasar pada periode pendek (S_s) dan percepatan batuan dasar periode 1 detik (S_1) diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik (F_a) dan periode 1 detik (F_v), parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}), parameter respons spektrum percepatan desain pada periode pendek (S_{DS}) dan pada periode 1 detik (S_{D1}).

C. Menentukan Kinerja Struktur.

Menentukan kinerja struktur dapat diketahui dengan memanfaatkan teknik analisis statik non linear dengan berbasis kinerja (*pushover analysis*) pada software ETABS sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Untuk menentukan evaluasi kinerja struktur terlebih dahulu menentukan target peralihan yang ditentukan berdasarkan peraturan ATC-40 dan FEMA 440. Desain berbasis kinerja (*pushover analysis*) akan menghasilkan kurva kapasitas *pushover*, dimana kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (V) dan perpindahan titik acuan pada atap (D). Selain itu, analisis *pushover* akan memberikan informasi bagian-bagian struktur mana saja yang kritis, selanjutnya dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perlakuan khusus untuk pendetailan.

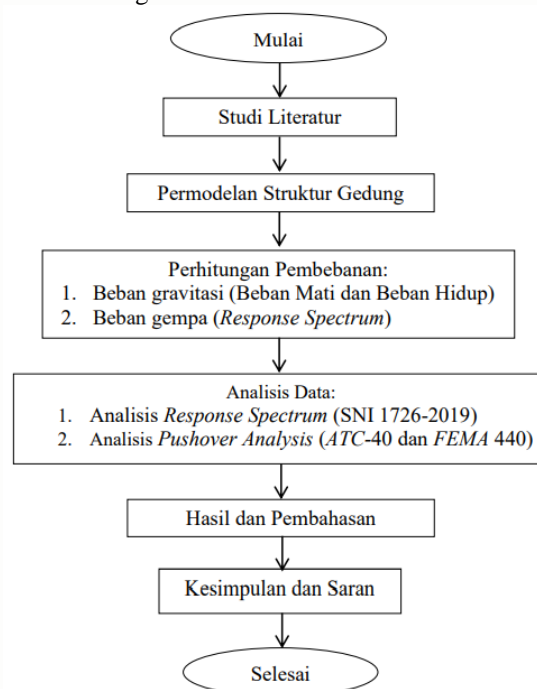
3. Analisis Struktur.

Analisis struktur gedung dilakukan dengan bantuan program berbasis elemen hingga ETABS V.17.0.1 untuk memodelkan seluruh komponen gedung dengan Metode Elemen Hingga dalam bentuk tiga dimensi.

4. Hasil Analisis.

Dari pengolahan data analisis statik non linear dengan berbasis kinerja (*pushover analysis*) maka akan didapat hasil analisis berupa target perpindahan gaya geser untuk setiap lantai, level kinerja dan posisi sendi plastis dari struktur bangunan gedung.

Secara umum diagram alir penelitian adalah gambar berikut:

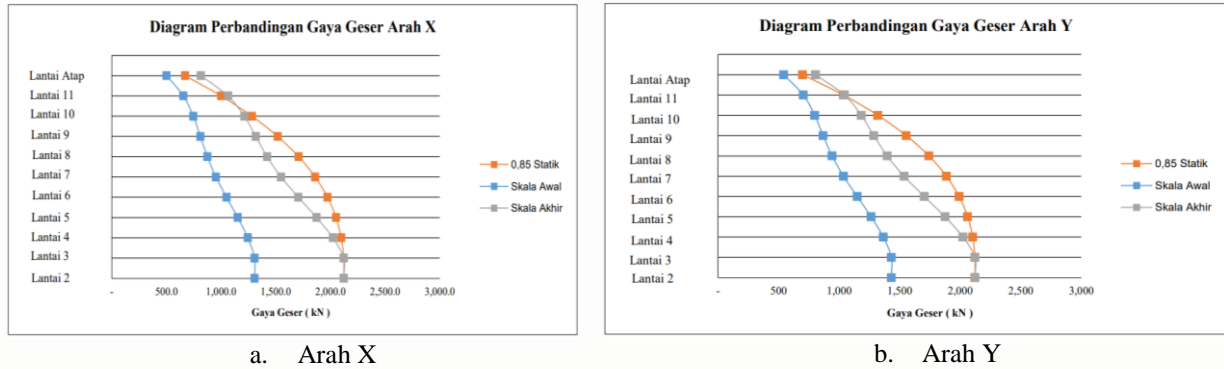


Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Nilai Gaya Geser Tingkat (Story Shear)

Grafik perbandingan antara gaya geser dengan faktor skala awal, gaya geser dengan pembesaran faktor skala dan gaya geser statik pada masing-masing arah gempa untuk struktur sistem ganda yang dapat dilihat pada gambar berikut :



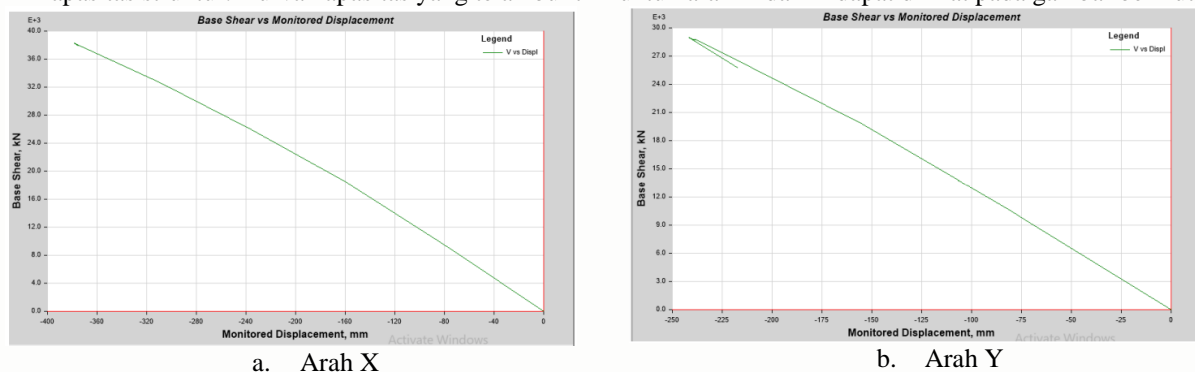
Gambar 11. Grafik Perbandingan Gaya Geser Arah X dan Arah Y

Hasil Analisis Kinerja Struktur

Berdasarkan hasil analisis *pushover*, diperoleh level kinerja struktur gedung arah X dan arah Y berdasarkan ATC-40 dan FEMA-440 sebagai berikut:

1. Kinerja Struktur Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40)

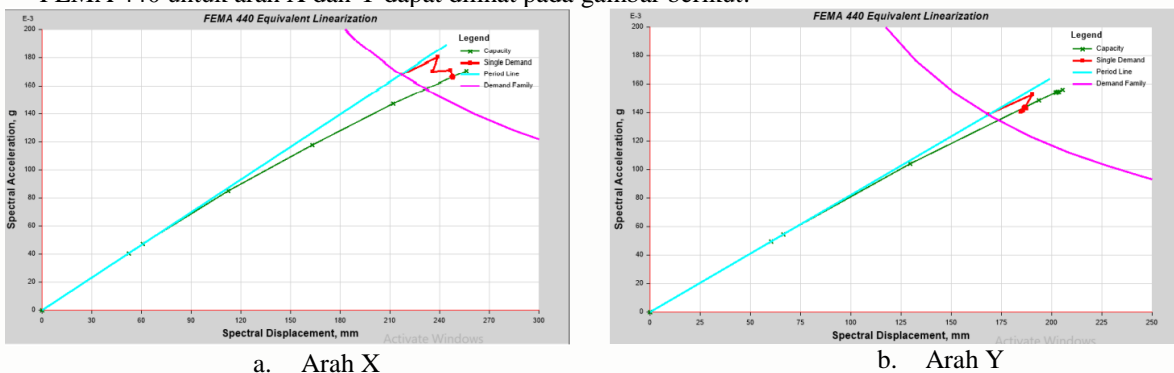
Grafik hubungan antara gaya dan perpindahan untuk setiap step beban dorong yang diberikan merupakan kurva kapasitas struktur. Kurva kapasitas yang telah built-in untuk arah X dan Y dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 12. Kurva Kapasitas Arah X dan Arah Y

2. Kinerja Struktur Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 440)

Dari hasil running *pushover analysis* maka didapat kurva koefisien perpindahan yang diperbaiki berdasarkan FEMA 440 untuk arah X dan Y dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 13. Kurva Koefisien Perpindahan Arah X dan Arah Y

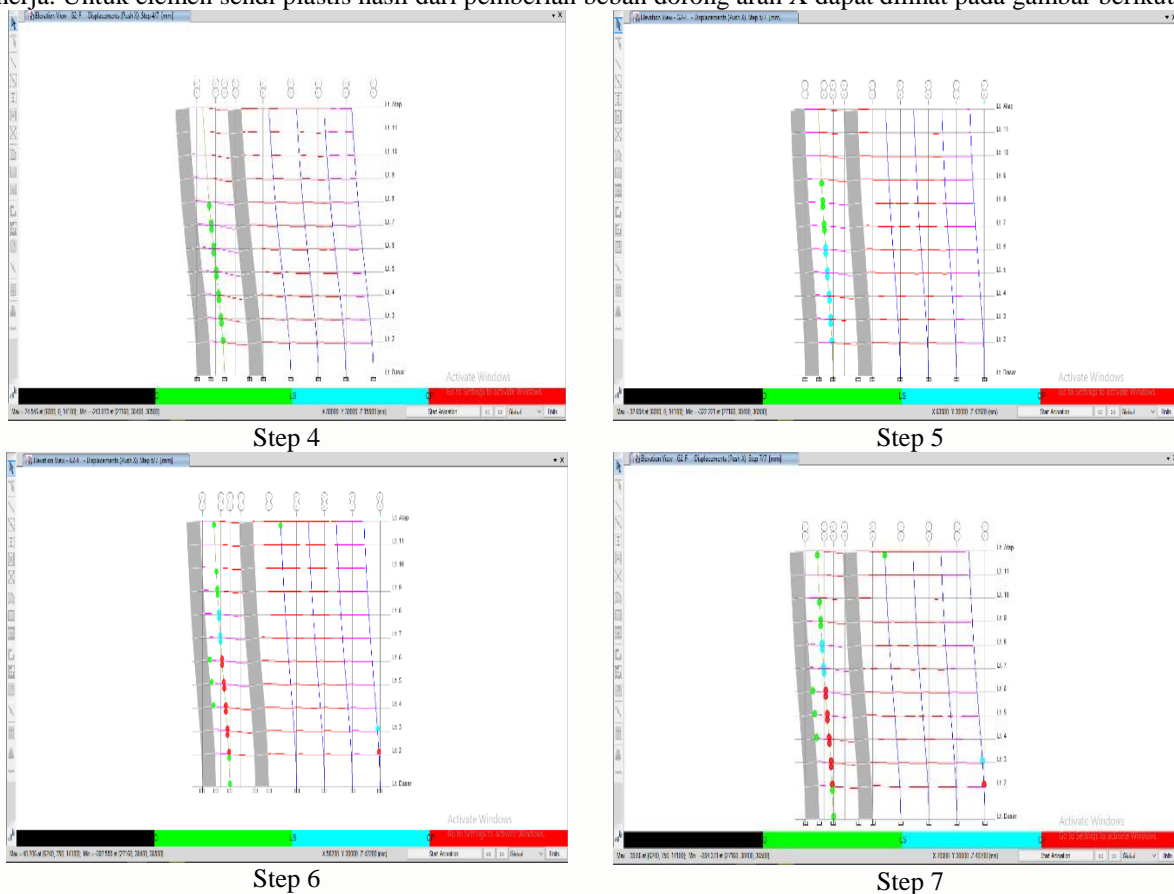
Berdasarkan analisis dan perhitungan dengan menggunakan metode *ATC-40* dan *FEMA 440* yaitu berupa nilai target perpindahan, maksimum total *drift*, dan level kinerja untuk arah X dan arah Y pada masing-masing metode dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Analisis Kinerja Struktur

Arah	Parameter	Hasil Analisis <i>Pushover</i>	
		<i>ATC-40</i>	<i>FEMA 440</i>
Arah X	Target Perpindahan (mm)	375,178	365,138
	Maksimum Total <i>Drift</i>	0,010	0,010
	Level Kinerja	<i>Immediate Occupancy (IO)</i>	<i>Immediate Occupancy (IO)</i>
Arah Y	Target Perpindahan (mm)	217,359	221,025
	Maksimum Total <i>Drift</i>	0,006	0,006
	Level Kinerja	<i>Immediate Occupancy (IO)</i>	<i>Immediate Occupancy (IO)</i>

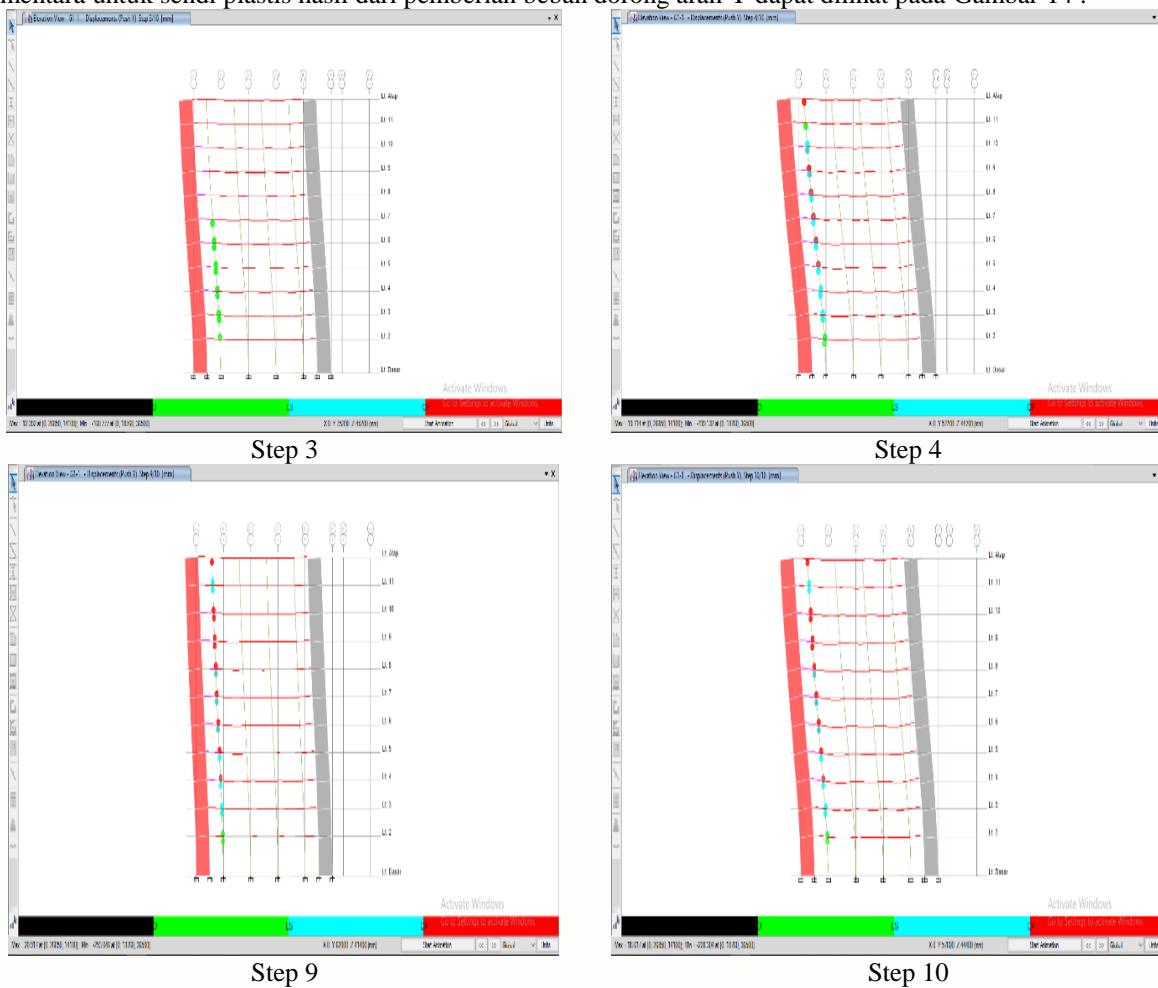
Hasil Analisis Sendi Plastis

Berdasarkan hasil analisis *pushover*, diperoleh lokasi terjadinya sendi plastis pada elemen struktur berdasarkan level kinerja. Untuk elemen sendi plastis hasil dari pemberian beban dorong arah X dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14. Push Arah X

Sementara untuk sendi plastis hasil dari pemberian beban dorong arah Y dapat dilihat pada Gambar 14 :



Gambar 15. Push Arah Y

Pada Gambar 13 dan Gambar 14 dapat dilihat bahwa lokasi awal terjadinya sendi plastis untuk arah X dan arah Y terlebih dahulu terjadi pada elemen kolom dilantai terendah dan secara bertahap naik keatas seiring dengan pertambahan beban dorong yang diberikan kepada struktur bangunan. Setelah sendi plastis terjadi pada elemen kolom maka berlanjut pada elemen balok yang berada dipangkal dinding geser dan berlanjut hingga struktur mengalami keruntuhan. Dalam hal ini struktur tidak memenuhi konsep desain *strong column weak beam* atau kolom pada struktur dalam keadaan lemah sehingga dapat terjadi kegagalan struktur secara tiba-tiba tanpa adanya peringatan awal sehingga menimbulkan risiko terjadinya keruntuhan struktur bangunan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis *pushover* yang dilakukan pada struktur gedung Rumah Susun dengan sistem ganda yang berada di Kota Jakarta, maka dapat disimpulkan yaitu sebagai berikut :

1. Level kinerja struktur bangunan Rumah Susun di Kota Jakarta menurut ATC-40 dan FEMA 440 adalah tingkat Immediately Occupancy (IO) yaitu bila terjadi gempa, hanya sedikit kerusakan struktural yang terjadi, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dipakai.
2. Pendistribusian posisi sendi plastis mayoritas terjadi pada elemen kolom kemudian terjadi pada elemen balok, keadaan ini tidak memenuhi konsep desain *strong column weak beam* atau kolom pada struktur dalam keadaan lemah.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dapat dilakukan studi lanjutan dengan analisis dinamik riwayat waktu (*time history*).
2. Penambahan metode FEMA 356 dapat digunakan sebagai peraturan dalam analisis *pushover* untuk membanding hasilnya dengan metode ATC-40 dan FEMA 440.

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council, A.-4. R, 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building: Volume 1, California.
- ATC-55 Project. FEMA 440, 2004. Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- Dewabroto, 2014, "Pemanfaatan Software Structural Analysis Program (SAP) Sebagai Media Pembelajaran Dalam Mata Kuliah Analisis Struktur". Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
- Federal Emergency Management Agency, 1997. NEHRP Commentary On The Guidelines For Seismic Rehabilitation Of Buildings. FEMA-274, Washington DC.
- Federal Emergency Management Agency, 2000. Pre standard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Building. FEMA-356 ,Washington.
- Kurnia, dkk. 2018, "Pengaruh Posisi Dinding Geser Terhadap Kinerja Struktur Pada Gedung Tidak beraturan Dengan Menggunakan Metode Response Spectrum". Jurnal Saintis Volume 18 Nomor 1, April 2018, 15-24.
- Laresi, 2017, "Analisis Pushover Terhadap Ketidakberaturan Struktur Gedung Universitas 9 Lantai". Tugas Akhir Program Strata 1 Teknik Sipil, Universitas Bakrie, Jakarta.
- Nawawi, 2018, "Analisis Penggunaan Dinding Geser Pada Gedung Tidak Beraturan Dengan Menggunakan Metode Analisis Time History" Tugas Akhir Program Strata 1 Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Pekanbaru-Riau.
- Suwandi, 2019, "Analisis Gempa Non-Linear Static Pushover Dengan Metode ATC-40 Untuk Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung" Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (Modulus) Volume 1, No.1, Juni 2019.
- Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- Standar Nasional Indonesia 1726:2019 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung.
- Standar Nasional Indonesia 1727:2013 Tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung.
- Utami, 2019, "Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Metode Respon Spectrum Ditinjau Pada Drift Dan Displacement Menggunakan Software Etabs" J.Infras.4(1)"65-71.