



BOOK CHAPTER

KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DAN INFRASTRUKTUR YANG BERKELANJUTAN DAN BERKESELAMATAN

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA**

16 SEPTEMBER 2021



KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DAN INFRASTRUKTUR YANG BERKELANJUTAN DAN BERKESELAMATAN

BOOK CHAPTER

PENULIS UTAMA

Jemy Wijaya
Sunarjo Leman
Daniel Christianto
Hendy Wijaya
Widodo Kushartomo
Edison Leo
Dewi Linggasari
Arif Sandjaya
Giovanni Pranata
Aniek Prihatiningsih
Alfred J. Susilo
Gregorius S. Sentosa
Ni Luh Shinta Eka Setyarini
Leksmono S. Putranto
Najid
Wati A. Pranoto
Vittorio Kurniawan
Basuki Anondho
Hendrik Sulistio
Wahyu Indra Sakti
Mega Waty
Arianti Sutandi
Henny Wiyanto
Agustinus Purna Irawan

EDITOR:

Widodo Kushartomo; Christopher Kevin Sidharta

DESAIN COVER:

Dewi Linggasari

PENERBIT:

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan yang Penuh Kasih, karena penyertaanNya *book chapter* dengan judul “Konstruksi Bangunan Gedung dan Infrastruktur yang Berkelanjutan dan Berkeselamatan” telah terbit. Sebanyak 24 paper hasil penelitian dan kajian pustaka dibukukan dalam *book chapter*. *Book chapter* ini diterbitkan merupakan bagian dari rangkaian kegiatan memperingati *Dies Natalis* ke 62 Universitas Tarumanagara. Topik *book chapter* merujuk keunggulan Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara yaitu Unggul dalam Konstruksi Bangunan Gedung dan atau Infrastruktur yang Berkelanjutan dan Berkeselamatan. Secara garis besar cakupan materi *book chapter* terdiri dari tiga bidang utama yaitu **1. Perencanaan** bangunan gedung, meliputi struktur bawah, struktur atas, peraturan atau *code* yang berlaku secara nasional maupun internasional dan infrastrukturnya berupa perparkiran, jalan lingkungan, audit, prasarana pejalan kaki dan kinerja jalan. Bagian perencanaan infrastruktur juga merencanakan drainase bangunan Gedung dan pengelolaan air limbah, **2. Pelaksanaan**, terintegrasi dalam *Building Information Management* (BIM), komunikasi dalam proyek, pengelolaan sumber daya manusia, *change order* dan pembiayaan, **3. Pemeliharaan**, didalamnya memuat metode penilaian kondisi bangunan Gedung.

Semua paper yang ditulis merupakan rangkaian proses pembangunan bangunan Gedung dan Infrastrukturnya, dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan berdasarkan peraturan atau *code* yang berlaku dengan menitik beratkan pada faktor berkelanjutan dan berkeselamatan. Harapan Program Studi Sarjana Teknik sipil, dengan terbitnya *book chapter* ini semoga dapat menambah referensi dan wawasan bagi pembacanya tentang proses pembangunan dengan memperhatikan faktor berkelanjutan dan berkeselamatan.

Koordinator *Book Chapter* Jurusan Teknik Sipil

Dr. Widodo Kushartomo

PRAKATA

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tarumanagara terdiri dari Program Studi Sarjana Teknik Sipil dengan Kaprodi Dr. Widodo Kushartomo dan Sekprodi Ir. Dewi Linggasari, MT., Program Studi Magister Teknik Sipil dengan Kaprodi Dr. Ir. Wati A. Pranoto, MT., Program Studi Doktor Teknik Sipil dengan Kaprodi Dr. Ir. Najid, MT. *Book Chapter* Jurusan Teknik Sipil mewakili semua bidang keahlian (kompetensi keilmuan) yang ada pada Jurusan Teknik Sipil yaitu Ilmu Struktur, Konstruksi, Geoteknik, Transportasi, Keairan dan Manajemen Konstruksi, dan ditulis masing-masing oleh dosen-dosen sesuai keahliannya.

Hadirnya *book chapter* dengan judul “Konstruksi Bangunan Gedung dan Infrastruktur yang Berkelanjutan dan Berkeselamatan” yang disusun oleh dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, sangat penting untuk dibaca dan diterapkan. *Book Chapter* ini terdiri atas dua puluh tiga bab, yang ditulis oleh Ir. Jemy Wijaya, M.T., Ir. Sunarjo Leman, M.T., Ir. Daniel Christianto, M.T., Hendy Wijaya, S.T., M.T., Dr. Widodo Kushartomo, Ir. Edison Leo, M.T., Ir. Dewi Linggasari, M.T., Ir. Arif Sandjaya, M.T. Ir. Geovanni Pranata, M.T., Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M., Alfred J. Susilo, S.T., M.Eng., Ph.D., Ir. Gregorius S. Sentosa, M.T., Ir. Ni Luh Putu Shinta E. Setyarini, M.T., Prof. Ir. Leksmono S. Putranto, M.T., Ph.D., Dr. Ir. Najid, M.T., Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T., Vittorio Kurniawan, S.T., M.Sc., Dr. Ir. Bsuki Anondho, M.T., Dr. Ir. Hendrik Sulistio, M.T., Dr. Ir. Wahyu Indra S., ST., M.Sc. I.P.U, Dr. Mega Wati, S.T., M.T., Ir. Arianti Sutandi, M. Eng., Ir. Henny Wiyanto, M.T. Prof. Dr. Ir. Agustinus Purna Irawan, I.P.U., ASEAN Eng

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terbitnya *book chapter* ini

1. Rektor, Wakil Rektor, Kepala Lembaga dan staf Universitas Tarumanagara
2. Dekan, Wakil Dekan dan staf Fakultas Teknik
3. Humas Universitas Tarumanagara
4. Tim *Book Chapter* Universitas Tarumanagara
5. Tim *Book Chapter* Jurusan Teknik Sipil
6. Penulis, semua dosen dan karyawan di lingkungan Jurusan Teknik Sipil
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Akhir kata segenap Civitas Akademik Program Studi Sarjana Teknik Sipil mengucapkan Dirgahayu Universitas Tarumanagara ke 62, UNTAR Untuk Indonesia, selalu dihati dan menjadi kebanggaan kita semua

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ttd

Dr. Ir. Najid, M.T.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v-vii
PENDAHULUAN	viii-ix
BAB 1 KONSEP MEKANIKA TEKNIK <i>Jemy Wijaya</i>	1-10
BAB 2 PEMODELAN ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG <i>Sunarjo Leman</i>	11-25
BAB 3 KONSEP BETON BERTULANG PADA BANGUNAN GEDUNG <i>Daniel Christianto, Vryscilia Marcella, Channy Saka</i>	26-37
BAB 4 PERENCANAAN RANGKA BETON BERTULANG PEMIKUL MOMEN KHUSUS SESUAI SNI 2847-2019 <i>Hendy Wijaya</i>	38-50
BAB 5 MUTU DAN KUALITAS BETON DALAM KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DAN INFRASTRUKTUR <i>Widodo Kushartomo</i>	51-62
BAB 6 KONSEP BETON PRATEGANG PADA BANGUNAN GEDUNG <i>Edison Leo</i>	63-73
BAB 7 KONSEP PERENCANAAN KONSTRUKSI BAJA BANGUNAN GEDUNG <i>Dewi Linggasari, Vincent, Kharistio Xavira</i>	74-87
BAB 8 PERENCANAAN KONSTRUKSI BAJA BANGUNAN GEDUNG <i>Arif Sandjaya, Maria Kevinia Sutanto</i>	88-98
BAB 9 PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA <i>Giovanni Pranata</i>	99-109
BAB 10 PENYELIDIKAN TANAH UNTUK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT <i>Aniek Prihatiningsih, Monica Michelle Susanto</i>	110-124

BAB 11 KLASIFIKASI TANAH UNTUK PENENTUAN RESPONS SPEKTRUM <i>Alfred J. Susilo, Kenny Erick</i>	125-138
BAB 12 DESAIN FONDASI BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT <i>Gregorius Sandjaja Sentosa, Hansel Adisurya</i>	139-151
BAB 13 PERENCANAAN PRASARANA PARKIR DI GEDUNG DAN JALAN LINGKUNGAN <i>Ni Luh Putu Shinta Eka Setyarini</i>	152-167
BAB 14 PERENCANAAN PRASARANA PEJALAN KAKI <i>Leksmono Suryo Putranto, Benedictus Yosia Tingginehe, Farah Rizkia Ananda, Reynaldo Bernard Khuana</i>	168-178
BAB 15 PENGARUH BEROPERASINYA GEDUNG BERTINGKAT TERHADAP KINERJA LALU LINTAS <i>Najid</i>	179-187
BAB 16 PERENCANAAN DRAINASE GEDUNG YANG BERKELANJUTAN <i>Wati Asriningsih Pranoto</i>	188-196
BAB 17 PENGELOLAAN AIR PADA GEDUNG SECARA BERKELANJUTAN <i>Vittorio Kurniawan</i>	197-206
BAB 18 PERKEMBANGAN BUILDING INFORMATION MODELING DI BIDANG PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK SIPIL <i>Basuki Anondho, Sunarjo Leman, Afriska Suwarni, Raymond Jonathan</i>	207-218
BAB 19 MANAJEMEN KOMUNIKASI PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG TINGGI <i>Hendrik Sulistio</i>	219-232
BAB 20 SUMBERDAYA MANUSIA DAN ORGANISASI DALAM PEMBANGUNAN SUPERBLOK <i>Wahyu Indra Sakti</i>	233-243
BAB 21 <i>CHANGE ORDER</i> PADA INFRASTRUKTUR GEDUNG <i>Mega Waty</i>	244-255

BAB 22 PEMBIAYAAN PROYEK KONSTRUKSI <i>Arianti Sutandi</i>	256-263
BAB 23 PENILAIAN KONDISI KERUSAKAN BETON PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG <i>Henny Wiyanto</i>	264-274
BAB 24 PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI VERTIKAL DALAM GEDUNG UNTUK MENDUKUNG LALU LINTAS ORANG DAN BARANG <i>Agustinus Purna Irawan</i>	275-285
PROFIL PENULIS	286-295

BAB 8

PERENCANAAN KONSTRUKSI BAJA BANGUNAN GEDUNG

Arif Sandjaya, S.T., M.T.¹ Maria Kevinia Sutanto²
^{1,2}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

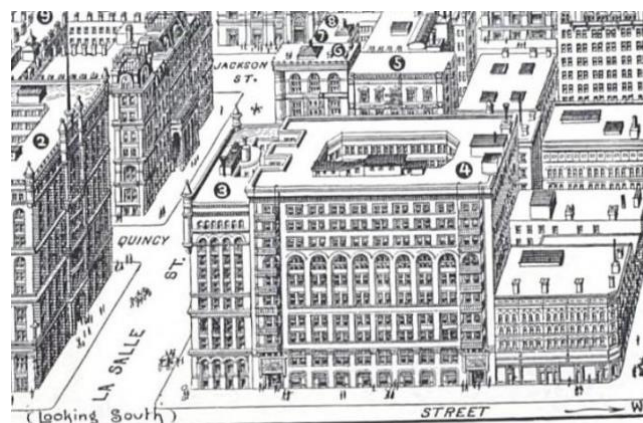
Abstrak

Pada perencanaan struktur bangunan banyak menggunakan elemen baja sebagai salah satu komponen. Seperti yang telah diketahui, baja sendiri memiliki sifat yang kuat terhadap tarik dan lemah terhadap tekuk. Dalam mendesain suatu bangunan, tentu tidak terlepas dari kekuatan, kekakuan, dan kestabilan yang dapat disebut sebagai prinsip dasar desain. Oleh karena itu tulisan ini akan membahas mulai dari prinsip desain, serta yang berkaitan seperti beban lateral, *braced*, efek $P-\Delta$ dan selanjutnya dapat digunakan analisis statis *pushover* untuk menjamin bahwa bangunan yang didesain aman dan berkelanjutan.

Kata kunci: baja, kestabilan, efek $P-\Delta$, *braced*, analisis *pushover*.

8.1 Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman dengan dibantu kemajuan teknologi, bangunan tinggi merupakan suatu bentuk kemajuan peradaban umat Manusia. Pertumbuhan ekonomi dan budaya masyarakat membuat bangunan tinggi menjadi fokus utama untuk mengembangkan tujuan dan komersial. Bangunan tinggi pertama kali berkembang di daerah barat, khususnya Amerika yang menjadi landasan utama perkembangan bangunan tinggi. Bangunan pencakar langit pertama berada di Chicago pada tahun 1885 merupakan bangunan 10 lantai setinggi 42 meter. Sejak itu, pembangunan bangunan tinggi digalakkan dengan membuat bangunan yang lebih tinggi dari sebelumnya. Gedung dengan struktur kerangka baja pertama, yaitu gedung Rand McNally yang berada di Chicago pada tahun 1889 (Gambar 8.1) [1].



Gambar 8.1. Gedung Rand McNally di Chicago [1].

Keinginan manusia membangun gedung tinggi untuk memenuhi kebutuhan hidup yang lebih baik, seperti kantor, hotel, dll. Ketersediaan material dan teknologi konstruksi menjadi kunci untuk memenuhi hal tersebut. Material yang sangat umum digunakan adalah baja dan beton. Penemuan dan ide konstruksi oleh para *engineer*

pada saat itu membuat gagasan-gagasan baru dan tantangan dalam membangun *multi-story building* dimana gagasan tersebut dipakai sampai sekarang, seperti penggunaan *lift* dan eskalator untuk naik ke lantai yang lebih tinggi. Pada awal tahun 1931, merupakan kejayaan gedung pencakar langit di Amerika, yaitu pada gedung *Empire State Building* (Gambar 8.2) yang terdiri dari 102 lantai setinggi 381 meter. Struktur gedung tersebut terbuat dari baja dengan *braced* [1].

Untuk struktur bangunan tinggi, gaya vertikal seperti berat sendiri dan fungsi layan ditahan oleh kolom dan dinding, sedangkan gaya horizontal seperti beban angin (*wind load*) dan beban gempa (*earthquake*) ditahan oleh *braced* atau *out-trigger*. Semakin tinggi suatu gedung, maka beban horizontal yang akan mempengaruhi adalah beban angin, apalagi bangunan yang berada di daerah angin kencang. Maka dalam perencanaan harus diperhitungkan beban angin sesuai peraturan untuk mendesain gedung [1].

Dalam hal kekuatan dan kekakuan, bangunan baja lebih unggul daripada material beton bertulang. Tetapi baja sangat rentan terhadap tekuk (*buckling*) karena baja terbuat dari pelat yang tipis jika dilihat dari perbandingan tebal dan tinggi pelat. Selain terhadap tekuk, baja sangat lemah terhadap suhu tinggi misalkan akibat panas dari kebakaran. Panas pada api membuat baja meleleh sehingga kekuatan baja, modulus elastisitas dan kekakuan akan berkurang meskipun suhu leleh baja mencapai 1400°C [1].



Gambar 8.2. Gedung Empire State di New York [1].

8.2 Prinsip Perencanaan Konstruksi Baja

8.2.1 Filosofi Perencanaan Konstruksi Struktur Baja pada Bangunan Gedung

Perancangan struktur bangunan harus direncanakan dengan memenuhi persyaratan tertentu, yaitu kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), dan daktil (*ductility*). Meskipun begitu, struktur juga harus memiliki stabilitas. Dalam mencapai persyaratan tersebut tidaklah mudah dan perlu dilakukan pengembangan spesifikasi perencanaan yang sesuai dengan batasan keamanan, reliabilitas (keandalan), dan probabilitas (kemungkinan) terjadi keruntuhan. Tinjauan berupa kemungkinan berkurang kekuatan struktur, besarnya kerusakan yang timbul akibat kegagalan komponen struktur, akurasi dalam analisis gaya yang bekerja pada struktur dan komponen pendukung, serta pertimbangan lainnya [1].

Struktur harus didesain untuk menahan beban, baik beban statik maupun dinamik. Beban statik pada bangunan merupakan berat sendiri bangunan, beban hidup, dan beban tambahan, sedangkan beban dinamik pada bangunan adalah beban angin dan gempa. Besar dari beban-beban tersebut tergantung dari ukuran, bentuk, dan lokasi bangunan. Sehingga diperlukan perancangan bangunan dengan menggunakan kombinasi beban terbesar pada bangunan gedung. Besar beban pada gedung tinggi berbeda dengan gedung rendah, terutama pada ketinggian tingkat bangunan yang menyebabkan gaya gravitasi dan beban lateral pada struktur akan sangat besar [1]. Perencanaan struktur baja harus didesain berdasarkan peraturan (*code*) untuk menghasilkan rancangan yang baik. Sebab rancangan akan dikatakan gagal apabila tidak memenuhi standar batas berupa batas *ultimate* dan batas layan yang tercantum dalam peraturan. Dalam hal ini, di Indonesia, peraturan baja yang berlaku adalah SNI 1729:2020 yang merupakan adopsi dari *American Institute of Steel Construction* (AISC) 360-16 [2]. Kondisi batas tersebut sangat penting sebab mempengaruhi keamanan dan kenyamanan dari pengguna suatu bangunan. Dalam menerapkan kondisi batas tersebut, peraturan menetapkan dua metode desain yang dapat diikuti, yaitu metode *allowable strength design* (ASD) atau tegangan izin dan *load and resistance factor design* (LRFD) atau kekuatan [3].

Adapun acuan normatif yang diadopsi di dalam SNI 1729:2020, yaitu SNI 7860:2015 [4], SNI 7972:2013 [5], SNI 8369:2016 [6], SNI 2847:2019 [7], dan SNI 1727:2013 [8]. LFRD memiliki ketentuan dalam kombinasi pembebanan dalam analisis struktur. Kombinasi pembebanan tersebut diatur dalam SNI 1727:2020 tentang Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Pada pasal 2.3.1, diberikan kombinasi dasar untuk desain LRFD (Persamaan 1 – 5). Kemudian pada pasal 2.3.6, diberikan kombinasi dasar dengan efek beban seismik (Persamaan 6 – 7) [9].

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5(L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5. $0,9D + 1,0W$
6. $1,2D + E_v + E_h + L + 0,2S$
7. $0,9D - E_v + E_h$

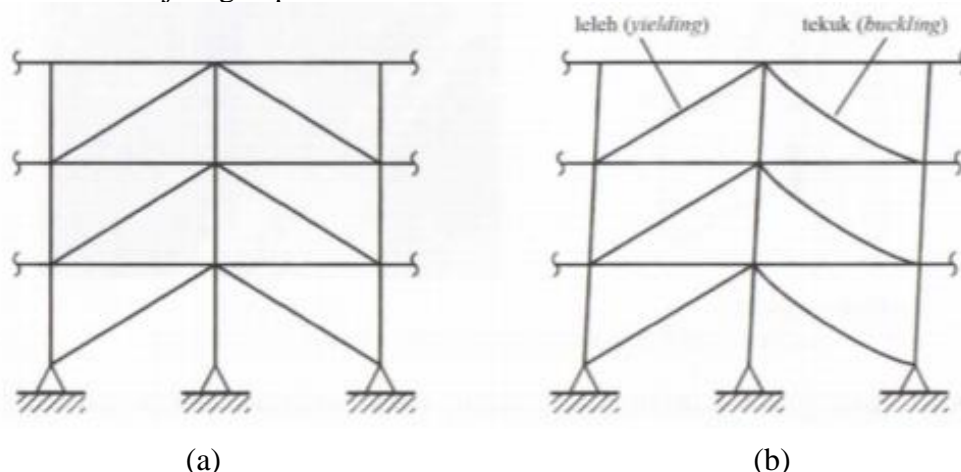
Pada SNI 1729:2020, desain untuk stabilitas diatur pada bab C. Stabilitas harus dipenuhi untuk struktur secara keseluruhan dan untuk setiap elemen. Efek yang diperhitungkan adalah deformasi (akibat lentur, geser, aksial, dan sambungan) yang memberikan kontribusi terhadap struktur, efek orde ke dua (efek $P-\Delta$ dan $P-\delta$), ketidaksempurnaan geometri, reduksi kekakuan (inelastisitas dan efek leleh parsial yang mungkin dipengaruhi tegangan sisa), dan ketidakpastian dalam kekuatan dan kekakuan sistem struktur (termasuk sambungan). Metode yang disarankan untuk menghitung semua efek tersebut adalah *direct analysis method* (DAM) atau metode analisis langsung [3].

8.2.2 Pengaku Baja (*Braced*)

Pengaku baja biasanya ditempatkan dalam bentang yang sejajar secara vertikal. Sistem ini memungkinkan untuk memperoleh peningkatan kekakuan yang besar dengan berat tambahan minimal. Sistem *braced* dikategorikan dalam 3 bagian yaitu sistem *braced* konsentris khusus, *braced* konsentris, dan *braced* eksentrik [10].

a. Sistem Rangka *Braced* Konsentris Khusus atau *Special Concentrically Braced Frames* (SCBF) [10].

Struktur yang menganut SCBF (Gambar 8.3) dikonfigurasi sedemikian sehingga *braced* bekerja sebagai sekering (*fuse*) melalui aksi leleh tarik atau tekuk tekan batang diagonal ketika terjadi gempa besar.



Gambar 8.3. Mekanisme Inelastis pada Sistem Rangka *Braced* Konsentris Khusus.
(a) Rangka saat sebelum gempa, (b) Rangka setelah gempa besar [10]

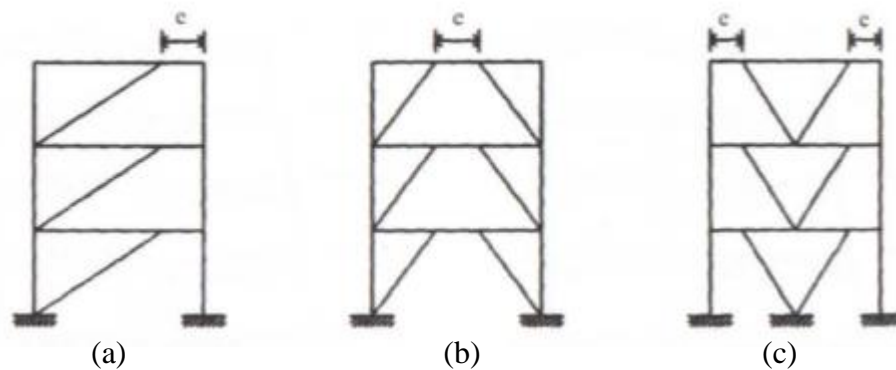
b. Rangka *Braced* Konsentris atau *Ordinary Concentrically Braced Frames* [10].

Bekerja seperti sistem SCBF, yaitu mengandalkan perilaku aksial pada elemen-elemen struktur. Oleh sebab itu sistem rangka ini relatif kaku, sehingga dapat dianggap sebagai rangka tidak bergoyang. Meskipun demikian, sistem ini hanya andal jika berperilaku elastik saat gempa besar, sehingga hanya cocok (ekonomis) jika digunakan pada struktur yang didominasi beban gravitasi atau minimal beban-beban rencana yang sudah memiliki posisi pasti.

Penguatan konsentris juga meningkatkan kekakuan lateral rangka sehingga meningkatkan frekuensi alami dan juga biasanya menurunkan simpangan tingkat lateral. Namun, peningkatan kekakuan dapat menarik gaya inersia yang lebih besar karena gempa bumi. Selanjutnya, sementara *braced* mengurangi momen lentur dan gaya geser dalam kolom dan mereka meningkatkan kompresi aksial di kolom yang terhubung.

c. Sistem *braced* eksentrik atau *Eccentrically Braced Framed* (EBF) [10].

Cara kerja rangka jenis EBF (Gambar 8.4) mirip dengan SCBF hanya saja *fuse* atau *link* diharapkan bekerja secara inelastik memanfaatkan adanya leleh geser atau leleh lentur atau kombinasi keduanya.



Gambar 8.4. Berbagai variasi konfigurasi EBF, (a) *D-braced EBF*, (b) *Split-K-braced EBF*, (c) *V-braced EBF* [10].

Sistem dan meningkatkan kapasitas disipasi energi. Kekakuan lateral sistem tergantung pada sifat kekakuan lentur balok dan kolom, sehingga mengurangi kekakuan lateral rangka. Komponen vertikal gaya *braced* akibat gempa menyebabkan beban terpusat lateral pada balok pada titik sambungan *braced* eksentrik [10].

Berbagai variasi konfigurasi EBF Dari tiga konfigurasi rangka sistem EBF di atas, maka jenis *Split-K-braced* merupakan konfigurasi EBF yang terbaik karena momen terbesar yang akan menyebabkan kondisi plastik tidak terjadi di dekat kolom. Jadi dipastikan tidak akan terjadi kegagalan kolom akibat kondisi inelastis yang terjadi [10].

8.2.3 Efek P- Δ

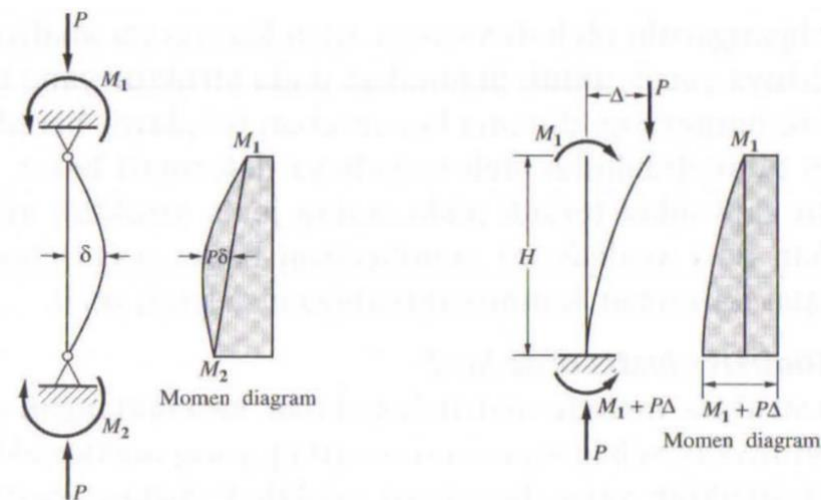
Jika suatu struktur memiliki deformasi yang relatif besar, akan menyebabkan perubahan pada Konfigurasi geometri sehingga hasil analisis menjadi tidak valid. Kasus tersebut harus diselesaikan dengan analisis non-linier geometri dengan menyertakan pengaruh deformasi struktur atau disebut juga analisis struktur elastis orde kedua.

Pengaruh deformasi pada elemen batang dengan gaya aksial yang besar akan menimbulkan momen sekunder yang dikenal dengan efek P- Δ . Momen yang terjadi pada rangka tidak bergoyang dan rangka bergoyang yang diilustrasikan pada Gambar 8.5 [11].

Pada rangka tidak bergoyang, titik penghubung elemen tidak mengalami perpindahan akibat dari struktur rangka ditahan oleh sistem penahan lateral. Pada kasus ini, efek P- Δ yang terjadi disebut juga P- δ , dimana deformasi (δ) terjadi pada bagian elemen itu sendiri. sedangkan pada rangka bergoyang, terdapat perpindahan ada titik nodal penghubung akibat pembebanan. Kontribusi efek P- δ hanya bersifat lokal dan terjadi pada penampang langsing. Sedangkan efek P- Δ bersifat global atau keseluruhan struktur. Adapun perbedaan kontribusi pada P- δ dan P- Δ dapat dijelaskan pada ilustrasi pada kolom kantilever berikut (Gambar 8.6) [11].

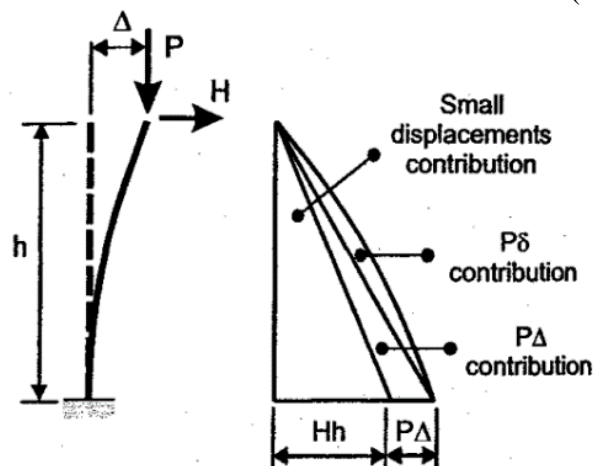
Berdasarkan Ilustrasi, *small displacement contribution* merupakan diagram momen dengan mengabaikan efek P-delta, P- Δ *contribution* merupakan defleksi pada puncak kolom, dan P- δ *contribution* merupakan bentuk defleksi yang terukur dari garis lurus. Besar kontribusi P- δ sekitar 18% dan P- Δ sekitar 82%. Meskipun terdapat perbedaan

yang jauh, kontribusi antara kedua perpindahan harus dipertimbangkan dalam analisis beban [11].



Gambar 8.5. Ilustrasi momen yang terjadi akibat efek P- Δ . (a) Rangka tidak bergoyang, (b) Rangka bergoyang [11].

(a) (b)



(a) Column (b) Bending Moments

Gambar 8.6. Kegagalan bangunan akibat lentur dan tekuk [11].

Analisis orde kedua boleh mengabaikan efek P- δ pada respons struktur apabila terpenuhi [9]:

1. Struktur menahan beban gravitasi melalui kolom, dinding atau rangka vertikal secara nominal
2. Rasio *drift* orde kedua maksimum terhadap *drift* orde pertama maksimum
3. Tidak lebih dari sepertiga beban gravitasi total pada struktur yang diterima kolom yang merupakan bagian dari rangka penahan momen struktur yang dalam arah translasi yang ditinjau.

4. Dalam analisa struktur, diperlukan prosedur pendekatan dalam menghitung efek orde kedua (efek P- Δ) pada struktur dengan memperbesar kekuatan perlu struktur dari dua analisis elastis pertama, yaitu faktor penggali B_1 dan B_2 . Faktor B_1 merupakan pengaruh beban terhadap deformasi elemen antara dua nodal atau P- δ yang dihitung menggunakan rumus:

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \alpha P_r / P_{e1}} \geq 1$$

sedangkan faktor B_2 merupakan pengaruh beban terhadap adanya perpindahan lateral titik nodal atau P- Δ yang dihitung menggunakan rumus:

$$B_2 = \frac{1}{1 - \alpha P_{\text{story}} / P_{e \text{ story}}} \geq 1$$

dengan: $\alpha = 1,0$ (LRFD) atau $1,6$ (ASD)

C_m = faktor momen seragam yang ekuivalen

P_{e1} = kekuatan tekuk kritis elastis pada komponen struktur pada bidang lentur, (N)

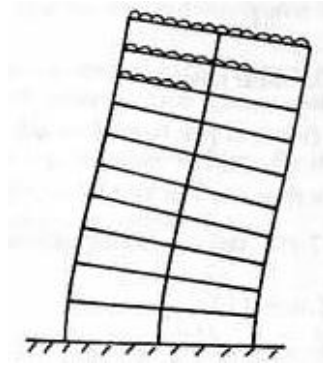
P_{story} = beban vertikal total yang dipikul oleh tingkat tersebut dengan menggunakan kombinasi beban LRFD atau ASD, (N)

$P_{e \text{ story}}$ = kekuatan tekuk kritis elastis untuk tingkat tersebut dalam arah translasi yang sedang ditinjau, (N)

8.2.4 Stabilitas

Material baja mempunyai rasio perbandingan kekuatan terhadap berat sendirinya yang relatif tinggi, sehingga konstruksi dari baja atau struktur baja yang dihasilkan cenderung bersifat langsing. Untuk jenis struktur langsing seperti itu, maka masalah stabilitas kadang kala menjadi dominan sifatnya, sehingga jika diabaikan tentu akan berbahaya. Bisa-bisa pada pembebanan yang relatif kecil, struktur dapat mengalami keruntuhan. Oleh sebab itu kemampuan memprediksi kekuatan struktur yang dipengaruhi oleh perilaku stabilitasnya tentu sangat penting. Pada analisis struktur elastis linier yang umum dipelajari para calon sarjana insinyur sipil, belum dapat memperhitungkan pengaruh perilaku non-linier tersebut. Itulah mengapa pada perencanaan struktur baja, untuk mengatasi hal tersebut memerlukan cara khusus, misal metode panjang efektif atau faktor K atau *Effective Length Method* (ELM). Bagaimanapun cara tersebut pada dasarnya adalah cara pendekatan, sehingga penggunaan menjadi terbatas. Cara pendekatan tidak dapat dipakai untuk struktur jika perilaku deformasi akibat efek P- Δ relatif besar, yaitu jika rasio *drift* orde ke-2 terhadap *drift* orde ke-1 adalah lebih besar dari 1.5.

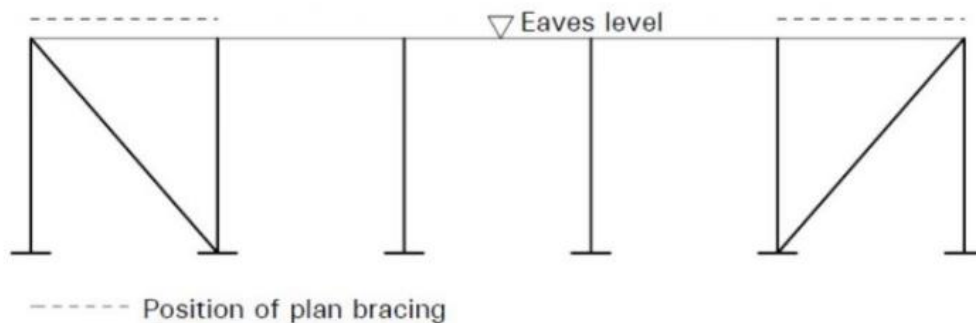
Beban gravitasi pada bangunan yang tinggi tidak terlalu membuat bangunan mengalami *buckling* atau tekuk maupun *flexure* atau lentur. yang terlalu berpengaruh adalah beban gravitasi yang menyebabkan beban gravitasi yang tidak simetris. Hal tersebut dapat menyebabkan struktur tidak stabil yang membuat bangunan bergeser ke kanan sehingga bisa terjadi *buckling* (Gambar 8.7). Oleh karena itu, di bangunan tinggi baja harus diperhatikan efek P- Δ yang sangat signifikan.



Gambar 8.7. Kegagalan bangunan akibat lentur dan tekuk.

Efek pada kegagalan bangunan struktur *buckling* (tekuk) bisa terjadi karena geser dan lentur atau bisa terjadi keduanya. Untuk mengatasi hal tersebut kekakuan pada kolom dibantu dengan diberi struktur dinding. Efek dari orde ke 2 berupa efek $P-\Delta$ menyebabkan bangunan translasi. Perkiraan penambahan momen dalam efek $P-\Delta$ dapat memakai metode pembesaran momen. Dalam kasus, bangunan yang memiliki beban berat seperti gudang atau perpustakaan, analisis orde kedua wajib diperhitungkan.

Selain perhitungan efek $P-\Delta$, dalam bangunan baja biasanya diperkuat dengan menggunakan *braced* dan dipasang secara vertikal. Hal itu memberikan stabilitas, baik selama ereksi dan di gedung yang sudah selesai. Selain itu penggunaan *braced* dapat menahan beban angin ke arah longitudinal dan jangkar yang memadai untuk *purlins* dan *railing* dalam fungsinya menahan *rafter* dan kolom. Kekakuan dan stabilitas portal-portal angin ini harus dipertimbangkan secara hati-hati. Portal-portal angin semacam ini (Gambar 8.8) dapat membatasi lebar bukaan pintu, sehingga hal ini harus dipertimbangkan saat tahap desain konseptual [1].



Gambar 8.8. Contoh penggunaan braced pada struktur baja [1].

8.2.5 Analisis Gempa dengan Metode *Pushover Analysis*

Pushover adalah metode analisis statis-non-linier dimana suatu struktur dikenai beban gravitasi dan pola beban lateral yang dikendalikan perpindahan monotonik yang terus meningkat melalui perilaku elastis dan inelastis sampai tercapai kondisi *ultimate*. Beban lateral dapat mewakili rentang geser dasar yang disebabkan oleh beban gempa, dan dengan konfigurasi sebanding distribusi massa bersama dengan tinggi bangunan, bentuk mode, atau cara praktis lainnya [12].

Pushover menghasilkan kurva dorong-statis yang memetakan parameter berbasis kekuatan terhadap defleksi. Misalnya, kinerja dapat menghubungkan tingkat kekuatan yang dicapai pada komponen struktur tertentu dengan perpindahan lateral di bagian atas struktur, atau momen lentur dapat diplot terhadap rotasi plastis. Hasil memberikan wawasan tentang kapasitas daktail sistem struktur dan menunjukkan mekanisme, tingkat beban, dan defleksi di mana kegagalan terjadi.

Menurut ATC-40 terdapat tingkatan kinerja elemen struktural (Gambar 9) dari sebuah bangunan, yaitu sebagai berikut [13]:

1. SP – 1, *Immediate Occupancy*

Kinerja struktur tertinggi tingkat SP – 1 adalah *immediate occupancy* (IO) atau segera huni merupakan kondisi dimana setelah gempa terjadi, daerah yang mengalami kerusakan masih tetap aman untuk ditempati.

2. SP – 2 *Damage Control*

Kinerja struktur di tingkat SP – 2 adalah *damage control* (DC) atau kontrol kerusakan, yang didefinisikan sebagai kerusakan antara tingkat kinerja SP – 3 *Life Safety* (LS) atau keselamatan hidup dan tingkat kinerja SP – 1 *Immediate Occupancy* (IO) atau segera huni.

3. SP – 3 *Life Safety*

Kinerja struktural di tingkat SP – 3 adalah *Life Safety* (LS) atau keselamatan hidup dimana terjadi kerusakan komponen struktural setelah gempa terjadi, tetapi masih dalam batas tidak timbul keruntuhan parsial atau total.

4. SP – 4 *Limited Safety*

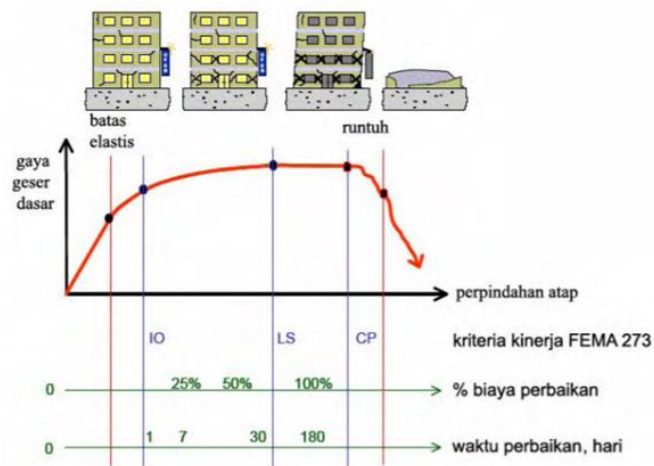
Kinerja struktur tingkat SP – 4 adalah *Limited Safety* atau keamanan terbatas, yang didefinisikan sebagai kerusakan antara tingkat SP – 3 *Life Safety* atau keselamatan hidup dan SP – 5 *Collapse Prevention* (CP) atau pencegahan runtuh.

5. SP – 5 *Collapse Prevention*

Kinerja struktur tingkat SP – 5 adalah *Collapse Prevention* (CP) atau pencegahan keruntuhan merupakan kondisi dimana setelah gempa terjadi, kerusakan pada komponen struktural seperti struktur penahan beban gravitasi akan tetapi masih dalam batas runtuh sesuai dengan standar yang telah ditetapkan tingkat kinerja struktur.

6. SP – 6 *Not Considered*

Kinerja bangunan yang tidak membahas struktur harus diklasifikasi sebagai kinerja struktur yang tidak dipertimbangkan



Gambar 8.9. Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja [13].

8.3 Penutup

Perancangan struktur bangunan terutama gedung tinggi harus direncanakan dengan memenuhi persyaratan tertentu, yaitu kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), daktilitas (*ductility*), dan struktur yang stabil. Struktur harus didesain untuk menahan beban, baik beban statik (beban mati dan beban hidup) maupun dinamik beban angin dan beban gempa). Untuk meningkatkan kekuatan pada bangunan biasanya digunakan pengaku baja yang ditempatkan dalam bentang yang sejajar secara vertikal. Sistem ini memungkinkan untuk memperoleh peningkatan kekakuan yang besar dengan minimal berat tambahan. Untuk mengetahui apakah suatu bangunan sudah aman untuk digunakan, maka bisa menggunakan analisis *pushover* yang merupakan metode analisis statis-non-linier dimana suatu struktur dikenai beban gravitasi dan pola beban lateral yang dikendalikan perpindahan monotonik yang terus meningkat melalui perilaku elastis dan inelastis sampai tercapai kondisi ultimit. *Output*-nya menghasilkan kurva dorong-statis yang memetakan parameter berbasis kekuatan terhadap defleksi. Hasil tersebut akan memberikan wawasan tentang kapasitas daktilitas sistem struktur dan menunjukkan mekanisme, tingkat beban, dan defleksi di mana kegagalan terjadi.

Referensi

- [1] S. Bryan Stafford and A. Coull, *Tall Building Structures Analysis and Design*. John Wiley and Sons Inc., 1991.
- [2] American Institute of Steel Construction, *Specification for Structural Steel Buildings*. 2010.
- [3] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*. 2020.
- [4] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 7860:2015 Ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural*. 2015.
- [5] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 7972:2013 Sambungan terpraktualifikasi untuk rangka momen khusus dan menengah baja pada aplikasi seismik (ANSI/AISC 358-16, IDT)*. 2013.
- [6] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 8369:2016 Praktik baku bangunan gedung dan jembatan baja (ANSI/AISC 303-16, IDT)*. 2013.
- [7] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. 2019.

- [8] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, 2013.
- [9] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, *SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. 2020.
- [10] W. Dewobroto, *Struktur Baja Perilaku Analisis & Desain - AISC 2010*. Lumina Press, 2015.
- [11] G. H. Powell, *Modeling for Structure Analysis: Behavior and Basics*. Computers and Structures Inc., 2010.
- [12] W. Dewobroto, “Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover,” *Semin. Bid. Kaji.*, 2005, [Online]. Available: http://blog.ub.ac.id/bagoestif/files/2010/03/wiryanto_di_soegijapranata.pdf.
- [13] Applied Technology Council, *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings*. 1996.

PROFIL PENULIS



Ir. Jemy Wijaya, M.T. Lulus Sarjana Muda Negara Teknik Sipil tahun 1981, Sarjana Lokal Universitas Tarumanagara tahun 1983, Sarjana Negara tahun 1985, lulus Magister Teknik Sipil Peminatan Struktur Universitas Tarumanagara tahun 2003. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil Universitas Tarumanagara sejak September 1984 sampai dengan sekarang, dan sekarang masih menjabat sebagai Kepala Laboratorium Mekanika Rekayasa Universitas Tarumanagara.



Ir. Sunarjo Leman, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1999 dalam bidang Struktur dan Konstruksi dengan jabatan akademik dosen Lektor. Bidang yang ditekuni *Finite Element Method Modeling, Programing Computer* di Program Studi Teknik Sipil, bidang lain seni fotografi sejak tahun 1980 dan mengajar di Jurusan Arsitektur, Fakultas Ilmu Komunikasi, Fakultas Seni Rupa dan Desain Universitas Tarumanagara, Jakarta. Peminatan fotografi dibidang Lanskap, Arsitektur, Alam, Makro, Produk dan Fashion.



Daniel Christianto, S.T., M.T. Lulus dari Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara tahun 1993 dan Magister Teknik dari Universitas Indonesia tahun 1999 serta sekarang sedang menempuh pendidikan Doktor Teknik Sipil sebagai kandidat doktor untuk disertasi yang bertopik geser pada elemen lentur beton. Telah menjadi dosen tetap Jurusan Teknik Sipil sejak tahun 1994 sampai sekarang. Minat penelitian meliputi struktur beton bertulang dan mendapat dana hibah dikti tahun 2017-2020.

Vryscilia Marcella, mahasiswi angkatan 2018 yang sedang menempuh pendidikan di peminatan struktur/konstruksi pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara. Saat ini sedang Menyusun skripsi dengan topik kegempaan pada bangunan beton bertulang sesuai SNI 2847 – 2019 dan SNI 1726 – 2019.

Channy Saka, mahasiswi angkatan 2018 yang sedang menempuh pendidikan di Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara. Saat ini sedang mengambil mata kuliah Perancangan Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat sesuai SNI 2847 – 2019 dan SNI 1726 – 2019.



Hendy Wijaya, S.T., M.T. Menempuh gelar Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara. Setelah menyelesaikan studi S1 pada tahun 2013, penulis aktif sebagai praktisi pada bidang perencanaan struktur bangunan hingga saat ini. Sejak tahun 2015, penulis diangkat menjadi dosen tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara dalam bidang Struktur & Konstruksi. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi analisa struktur, simulasi numerik dan rekayasa struktur tahan gempa.



Dr. Widodo Kushartomo, Lulus Program Doktor dari Universitas Tarumanagara pada tahun 2013. Memperoleh sertifikat Insinyur Profesional Utama (I.P.U.) dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII). Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1994 dalam bidang Teknologi Beton dengan jabatan akademik dosen Lektor Kepala. Menduduki Jabatan Ketua Program Studi Sejak Tahun 2018. Fokus penelitian dibidang Teknologi beton khususnya *Reactive Powder Concrete* yang didanai oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tarumanagara sejak mulai tahun 2013 hingga saat ini. Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dilakukan terkait hasil penelitian adalah Apalikasi Teknologi Beton pada Pembuatan Lapangan Bulu Tangkis di Kelurahan Cipete Tangerang dan pelayanan kepada masyarakat untuk pengujian mutu beton.



Edison Leo, S.T., M.T. lulus Sarjana Teknik Sipil dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara. Memperoleh sertifikat Ahli Jembatan Madya dari PLPJK GATAKI. Setelah menyelesaikan studi S1 pada tahun 2001, penulis aktif sebagai praktisi pada bidang perencanaan struktur jembatan dan prategang hingga saat ini di PT Dinamik Struktural Sistem sebahai Design dan Marketing Manager. Sejak tahun 2015, penulis diangkat menjadi dosen tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara dalam bidang Struktur & Konstruksi. Saat ini sedang menyelesaikan studi Doktor Teknik Sipil. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi analisa struktur, simulasi numerik, rekayasa struktur dan struktur beton prategang.



Ir. Dewi Linggasari, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara, Desember 1984, Lulus magister Tekknik Sipil Untar 2004, menjadi dosen Universitas Tarumanagara tahun 1985. Bekerja di PT. Dacrea pada 1984–1986. Menjabat sebagai Structural Engineer pada Pelabuhan Laut Balik Papan dan Banjarmasin bersama PT. Diagram dan Pacific Consultant Engineer (Japan) pada tahun 1984–1985. Tahun 1985–1986 melakukan *review* ulang drainase Bandar Udara Soekarno-Hatta. Menjabat sebagai Sekretaris

Jurusan Teknik Sipil periode 2012–2018 dan Sekretaris Program Studi Sarjana Teknik Sipil periode 2018 sampai sekarang di Universitas Tarumanagara. Mengajar mata kuliah Struktur Baja.

Vincent. Mahasiswa angkatan 2018 yang sedang menempuh pendidikan di Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara. Pada saat ini sedang menjalani semester 7 mengambil kerja praktik dan magang.

Kharistio Xavira. Mahasiswa angkatan 2018 yang sedang menempuh pendidikan di Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Saat ini aktif dalam organisasi IMASTA sebagai anggota dan sedang kerja praktik bangunan bertingkat.



Arif Sandjaya, S.T., M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara tahun 2012 dan Magister Teknik Sipil Universitas Tarumanagara tahun 2016. Menjadi dosen tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara sejak 2016, bidang struktur baja.

Maria Kevinia Sutanto. Mahasiswi angkatan 2018 yang sedang menempuh pendidikan di Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara. Pada saat ini sedang mengambil tugas akhir dengan permintaan struktur dengan topik analisis *pushover* pada bangunan retrofit.



Giovanni Pranata, S.T., M.T. menempuh gelar Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara. Setelah menyelesaikan studi S1 pada tahun 2008, penulis aktif sebagai praktisi pada bidang perencanaan struktur bangunan hingga saat ini. Sejak tahun 2015, penulis diangkat menjadi dosen tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara dalam bidang Struktur & Konstruksi. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi analisa struktur, simulasi numerik dan rekayasa struktur tahan gempa.



Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M. adalah dosen tetap Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara sejak tahun 1990, lulus sarjana Teknik sipil dari Universitas Tarumanagara tahun 1988, studi Magister Manajemen diselesaikannya di Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi IPWIJA tahun 2000. Dalam pengalamannya sebagai dosen telah mengajar mata Matematika, Analisis Numerik, kuliah Mekanika Tanah, Rekayasa Fondasi, Rekayasa Geoteknik, membimbing praktikum di Laboratorium Mekanika Tanah, membimbing skripsi mahasiswa tingkat sarjana. Pengalaman

meneliti telah dilakukan sejak mengabdikan sebagai dosen, bersama Tim Peneliti memperoleh dana penelitian dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada tahun 2013 (sebagai ketua), 2014 (sebagai ketua), 2015 (sebagai ketua dan anggota), 2016 (sebagai anggota). Tahun 2018, salah satu karya penelitian bersama Tim Penelitinya yang dipublikasikan dalam Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 12 (KoNTekS 12) di Batam mendapat penghargaan sebagai *Best Paper* bidang Geoteknik. Terdaftar sebagai anggota HATTI dari tahun 1994 hingga sekarang. Pada periode tahun 2009-2012 telah dipercaya mengelola Program Studi Teknik Sipil di tempatnya berkarya sebagai Sekretaris Jurusan. Tahun 2017 ditunjuk sebagai kepala Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Universitas Tarumanagara hingga saat ini.

Monica Michelle Susanto adalah mahasiswa Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara angkatan tahun 2018. Menjadi Asisten Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tarumanagara sejak 2020 dan Asisten Laboratorium Mekanika Rekayasa Universitas Tarumanagara sejak 2021. Menerima beasiswa prestasi akademik untuk periode semester genap tahun 2020/2021 dari Universitas Tarumanagara. Saat ini terdaftar sebagai Badan Pengurus Harian Inti Ikatan Mahasiswa Sipil Tarumanagara (IMASTA) sebagai sekretaris umum dan berperan aktif dalam berbagai kegiatan organisasi kemahasiswaan.



Alfred Jonathan Susilo, S.T., M.Eng., Ph.D. alumni Teknik Sipil Universitas Tarumanagara, Alumni Program Magister Teknik Sipil dari McNeese State University (University of Louisiana System) dan selanjutnya memperoleh Doktor Teknik Sipil dari University of Kentucky dengan topik disertasi berfokus pada Dinamika Tanah/Kegempaan pada tanah. Mempunyai Sertifikat *Engineer in Training* (EIT) dari negara bagian Louisiana sejak 2009. Memperoleh Sertifikat keahlian Ahli Geoteknik – Madya dari Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI) dan Sertifikat keahlian Ahli Teknik Bangunan Gedung – Utama dari Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia (HAKI) serta mempunyai Izin Pelaku Teknis Bangunan (IPTB) sebagai Perencana, Pengawas dan Pengkaji Bangunan Gedung bidang keahlian Konstruksi Golongan A dan Izin Pelaku Teknis Bangunan (IPTB) sebagai Perencana Bangunan Gedung bidang keahlian Geoteknik golongan B. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil pada tahun 2016 – sekarang dalam bidang Geoteknik dengan jabatan akademik dosen Lektor. Sejak 2020 menjadi *Co-Promotor* pada program Doktor Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi mekanika tanah, desain fondasi, kegempaan, dan dinamika tanah.

Kenny Erick menjadi mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara sejak tahun 2018. Berperan aktif di organisasi dan berbagai program kerja yang diadakan. Menjabat sebagai Kepala Departemen Akademik IMASTA periode 2020/2021. Menjadi Ketua Pengajar program akademis TENTIER X yang diadakan pada tahun 2020-2021 dengan bidang ajar Geoteknik, Manajemen Rekayasa Konstruksi, dan Struktur Konstruksi. Menerima beasiswa UNTAR untuk kategori mahasiswa berprestasi di program studi tahun 2019. Menjadi asisten laboratorium untuk Praktikum Mekanika Tanah tahun 2020-2021 dan Praktikum Mekanika Rekayasa tahun 2021. Saat ini sedang mengambil skripsi dengan topik rekayasa struktur *basement* akibat gempa dan ledakan. Minat penelitian meliputi dinamika struktur, dinamika tanah, rekayasa geoteknik, rekayasa gempa dan ledakan.



Ir. Gegorius Sandjaja Sentosa, M.T. adalah dosen tetap Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara sejak tahun 1990, lulus sarjana Teknik sipil dari Universitas Tarumanagara tahun 1986, studi Magister diselesaikannya di Institut Teknologi Bandung tahun 1991 konsentrasi Geoteknik. Sejak lulus Program Magister langsung mengabdikan diri sebagai dosen tetap Universitas Tarumanagara sampai saat ini. Dalam pengalamannya sebagai dosen telah mengajar mata kuliah Mekanika Tanah, Rekayasa Fondasi, Rekayasa Geoteknik, Dinamika Tanah, membimbing praktikum di Laboratorium Mekanika Tanah, membimbing skripsi mahasiswa tingkat sarjana. Pengalaman meneliti telah dilakukan sejak mengabdikan diri sebagai dosen, bersama Tim Peneliti memperoleh dana penelitian dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada tahun 2013 (sebagai anggota), 2014 (sebagai anggota), 2015 (sebagai ketua dan anggota), 2016 (sebagai ketua). Tahun 2018, salah satu karya penelitian bersama Tim Penelitinya yang dipublikasikan dalam Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 12 (KoNTekS 12) di Batam mendapat penghargaan sebagai *Best Paper* bidang Geoteknik. Pada periode tahun 2000-2014 telah dipercaya mengelola Program Studi Teknik Sipil di tempatnya berkarya sebagai Ketu Program Studi. Tahun 2006 ditunjuk sebagai penanggungjawab pengelolaan masalah penjaminan mutu Universitas Tarumanagara hingga saat ini.

Hansel Adisurya adalah mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara angkatan 2018. Aktif di Ikatan Mahasiswa Sipil Universitas Tarumanagara (IMASTA) dan beberapa program kerja yang diadakan IMASTA. Menjadi anggota Departemen Pengabdian Masyarakat IMASTA periode 2019/2020. Menjadi anggota Departemen Sumber Daya Manusia IMASTA periode 2020/2021. Menjadi asisten laboratorium Ilmu Ukur Tanah dan laboratorium Mekanika Rekayasa tahun 2021. Minat penelitian

dan pengabdian kepada masyarakat meliputi rekayasa fondasi dan perbaikan tanah.



Ir. Ni Luh Shinta Eka Setyarini, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Udayana dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Gajahmada. Memperoleh sertifikat Insinyur Profesional Madya (I.P.M.) dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII). Memperoleh sertifikat Ahli Jalan Madya dari HPJI. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1994 dalam bidang Transportasi dengan jabatan akademik dosen Lektor. Saat ini sedang dalam proses menyelesaikan studi Doktor Teknik Sipil dengan topik “Faktor Penting Yang Mempengaruhi Keberhasilan Audit Keselamatan Jalan Yang Sudah Beroperasi”. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi Keselamatan Jalan, Audit dan Perparkitan untuk Gedung dan Pelataran.



Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Indonesia (1990) Magister Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya dari Institut Teknologi Bandung (1995) dan Ph.D Transport Studies dari University of Leeds, U.K.. Memperoleh sertifikat Insinyur Profesional Madya (I.P.M.) dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII) pada tahun 2021. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1992 dalam bidang Transportasi dengan jabatan akademik dosen Guru Besar (2014). Menjabat sebagai Ketua Pembantu Dekan bidang Akademik Fakultas Teknik periode 2005-2008 di Universitas Tarumanagara. Meraih peringkat I Dosen Berprestasi PTS di lingkungan Kopertis Wilayah III pada Tahun 1998. Minat penelitian perilaku perjalanan, perilaku pengemudi dan pelayanan angkutan umum. Diangkat oleh Presiden RI menjadi Ketua Sub Komite Investigasi Kecelakaan Lalu-Lintas dan Angkutan Jalan, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (2015-2019). Diangkat oleh Gubernur DKI Jakarta sebagai Ketua Komisi Litbang Dewan Transportasi Kota Jakarta (2014-2017 dan 2020-2023). Menjadi Ketua Komite Ilmiah Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (2018-2022).

Benedictus Yosia, S.T. lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara (2017) dengan skripsi berjudul “Analisis Tingkat Kepuasan Mahasiswa dan Mahasiswi Universitas Tarumanagara terhadap Fasilitas Pejalan Kaki”. Yang bersangkutan menyelesaikan Magister Teknik Sipil dari Universitas Indonesia (2021). Saat ini menjadi *Engineer* di PT Nuansa Usaha Semesta.

Farah Rizkia Ananda S.T. lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara (2021) dengan skripsi berjudul “Analisis Faktor Perilaku Berisiko Pejalan Kaki terhadap Keselamatan di Jalan Raya pada Wilayah Jabodetabek”

Reynaldo Bernard Khuana, S.T. lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara (2021) dengan skripsi berjudul “Analisis Indeks *Walkability* terhadap Kualitas Jalur Pejalan Kaki dalam Perjalanan dari dan Menuju Stasiun Transportasi Umum”



Dr. Ir. Najid, M.T., Lulus Sarjana Teknik Sipil, ISTN (1990) Skripsi: Manajemen Pelaksanaan Konstruksi Jalan Rel dan Sistem Pengoperasian KA di Jabodetabek; Lulus Magister Teknik Sipil Universitas Indonesia/ UI (1997) judul Tesis: Metode Kalibrasi Model *Intervening Opportunity*; Lulus Doktor Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung/ ITB (2005) Judul Disertasi: Pengaruh Pengembangan Transportasi Terhadap Pengembangan Lahan di Kota Bandung. Dosen Tetap pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Untar sejak 1992-saat ini; Jabatan: Sekretaris Bagian Transportasi 1992-1998, Kepala Bagian Transportasi 1998-2008, Pembantu Dekan FT bidang Akademik 2008-2012, Kaprodi DTS dan Ketua Jurusan Teknik Sipil 2018-Saat ini. Assesor Akreditasi BAN PT 2008-Saat ini



Vitorio Kurniawan, S.T., M.Sc. Lulus dari Program Studi Sarjana Teknik Sipil dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2011 dan dari Program Magister dari TU Delft pada tahun 2016. Setelah lulus, penulis aktif sebagai konsultan di bidang sumber daya air. Sekarang penulis aktif sebagai calon dosen tetap di Program Studi Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara.



Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara, Magister Teknik Sipil dari Universitas Indonesia, dan Doktor Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1990 dalam bidang Keairan dengan jabatan akademik dosen Lektor Kepala. Menjabat sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Sipil periode 2003-2009, Ketua Jurusan Teknik Sipil periode 2009-2012, dan Ketua Prodi Magister Teknik Sipil periode 2018 sampai sekarang. Memperoleh Hibah Dikti tahun 2013, 2014, 2015, 2016, 2017. Penelitian dan pengabdian kepada masyarakat pada bidang Keairan, khususnya sedimen, hidrologi, pemanenan air hujan, dan drainase.



DR. Ir. Basuki Anondho, M.T.

S1 Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia

S2 Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia

S3 Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia

Bidang keahlian: Manajemen Proyek

Sertifikat keahlian: AVS (Associate Value Specialis International)

Dosen tetap di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara



Dr. Ir. Hendrik Sulistio, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tujuh Belas Agustus 1945 Samarinda bekerja sama dengan Universitas Brawijaya Malang, Magister Teknik Sipil dari Universitas Tujuh Belas Agustus 1945 Surabaya jurusan Management Konstruksi, dan lulus Doktor Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang Jurusan Management Konstruksi. Mendirikan Konsultan Teknik PT. Struktur Konsultan dengan Jabatan sebagai Direktur sejak tahun 1993 sampai dengan sekarang. Kemudian Mendirikan Perusahaan Kontraktor CV. Mega Sipil Konstruksi pada tahun 2000 sampai sekarang. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1993 dalam bidang Manajemen Rekayasa Konstruksi dengan jabatan akademik dosen pada tahun 2012 mengajukan Guru besar melalui kopertis XI, dan masih dalam perjuangan sampai sekarang, pada kopertis III melalui Sijali. Menjadi Wakil Dekan 1 pada Fakultas Teknik pada bidang Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda sejak tahun 2002-2004, Menjadi Sekretaris Lembaga Penelitian Universitas 1945 Samarinda sejak tahun 2006-2010, Menjadi Dekan Fakultas Teknik dari tahun 2013-2015, Menjadi Staf Ahli Dewan Riset daerah Kalimantan Timur 2008-2018 ketua Bidang Infrastruktur, Pengurus Inkindo Bidang Luar Negeri dan Bidang Koordinator Pekerjaan kearifan tahun 2000-2010. Saat ini Menjadi Dosen Tetap Program Studi Pasca Sarjana Doktor Teknik Sipil sejak tahun 2017 sampai dengan sekarang. Ketertarikan Penulis banyak menulis tentang Management Konstruksi, sesuai dengan bidang studi. Kemudian mendapat sertifikat keahlian ahli madya dan utama pada berbagai keahlian yaitu ahli jembatam, ahli jalan, ahli Gedung, ahli air, ahli management konstruksi, dan ahli K3L, sampai dengan tahun 2018.



Dr. Ir. Wahyu Indra Sakti, S.T. M.Sc. I.P.U., Lulus sarjana dari Teknik Sipil ITB, program pascasarjana dari Teknik Industri ITB, serta program doktor dari Universitas Negeri Jakarta. Lulus Program Profesi Insinyur dengan cumlaude dari Universitas Negeri Gajah Mada. Mempunyai Sertifikat Tanda Registrasi Insinyur (STRI) dan Insinyur Profesional Utama (IPU) dari Persatuan Insinyur Indonesia. Menjadi dosen tetap di Program Studi Magister Teknik Sipil

Universitas Tarumanagara, sejak tahun 2007, dengan jabatan akademik dosen Lektor Kepala.



Dr. Mega Waty ST, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Kristen Petra Surabaya serta Doktor Teknik Sipil Universitas Tarumanagara . Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda 2007 dan menjadi dosen tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara 2018 dengan jabatan akademik dosen Lektor Kepala pada jurusan Manajemen Rekayasa Konstruksi. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi change order , manajemen risiko dan waste material. Sejak dari tahun 1993 hingga 2017 menjadi praktisi di Samarinda dengan mengelola konsultan baik bidang perencanaan maupun pengawasan pada jalan dan jembatan dan Gedung dimana pernah memiliki sertifikat keahlian bidang jalan dan jembatan dan sumber daya air dan IAMPI hingga tahun 2017.



Ir. Arianti Sutandi, M.Eng. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara dan Master of Engineering dari Asian Institute of Technology, Thailand. Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1989 dalam Bidang Manajemen Rekayasa Konstruksi dan Keairan dengan Jabatan akademik Lektor.



Ir. Henny Wiyanto, M.T. Lulus Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Tarumanagara dan Magister Teknik Sipil dari Universitas Indonesia. Memperoleh sertifikat Insinyur Profesional Madya (I.P.M.) dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII). Menjadi Dosen Tetap Program Studi Sarjana Teknik Sipil sejak tahun 1993 dalam bidang Manajemen Rekayasa Konstruksi dengan jabatan akademik dosen Lektor Kepala. Saat ini sedang menyelesaikan studi Doktor Teknik Sipil dengan topik penelitian penilaian kondisi beton pada struktur bangunan gedung. Menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil periode 2012-2018 dan Wakil Dekan Fakultas Teknik periode 2018 sampai sekarang di Universitas Tarumanagara. Meraih peringkat II Ketua Program Studi Berprestasi PTS di lingkungan Kopertis Wilayah III pada Tahun 2017. Minat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat meliputi penilaian bangunan gedung, bangunan hijau, perataan sumber daya, dan rekayasa nilai.



Prof. Dr. Ir. Agustinus Purna Irawan, M.T., I.P.U., ASEAN Eng. Menyelesaikan S1 dan Pendidikan Profesi Insinyur Teknik Mesin (UGM), S2 dan S3 Teknik Mesin (UI), Profesor Bidang Ilmu Teknik (Untar). Pernah bekerja di perusahaan pesawat terbang, otomotif, dan sampai saat ini sebagai dosen tetap di Untar. Jabatan di Untar yang pernah diemban: Sekretaris Jurusan Teknik Mesin, Dekan Fakultas Teknik dan Rektor. Memperoleh: Sertifikat Pendidik, Sertifikat Insinyur Profesional Utama (IPU) dari BKM PII, dan Sertifikat ASEAN Engineer (ASEAN Eng.) dari AFEO. Aktif di dunia pendidikan, berbagai kegiatan ilmiah, Dunia Bisnis, Asosiasi Profesi, dan berbagai kegiatan sosial: Evaluator Prodi Baru Dikti, Tim Jabatan Akademik LLDIKTI III, Ketua Umum Ikatan Dosen Katolik Indonesia (IKDKI), Ketua Umum Badan Kejuruan Mesin Persatuan Insinyur Indonesia (BKM PII), Anggota Dewan Pakar PII, Anggota Dewan Pakar ISKA DKI Jakarta, Anggota Dewan Pakar ABPPTSI, Anggota Dewan Penasehat ABPPTSI DKI Jakarta. Memperoleh beberapa Penghargaan: Lulusan Terbaik S2 FT UI (2003); Dosen terbaik pertama Kopertis Wilayah III DKI Jakarta (2011); Penyaji Terbaik Seminar Hasil Penelitian Program Desentralisasi PUPT Dikti (2014); Honorary Member dari The ASEAN Federation of Engineering Organizations, AFEO (2018); Rektor PTS Terbaik Program Academic Leader Award (2019). Hibah penelitian > 100 judul, PKM > 100 judul, Buku 7 buah, Paten 7 buah, Hak Cipta 8 buah, Artikel Ilmiah >125 buah dengan artikel Socpus sebanyak 46 artikel.

JURUSAN TEKNIK SIPIL FT UNTAR

JL. Letj. Jen. S. Parman No. 1, Jakarta 11440

sipil@untar.ac.id

(021) 5672548