

Perencanaan Struktur Gedung Perkantoran 6 Lantai

Noven Sihombing¹⁾

¹⁾Teknik Sipil

*¹⁾ novensihombing@gmail.com

Abstrak

Gedung merupakan tempat untuk melakukan aktivitas dalam berbagai bidang, contohnya adalah gedung perkantoran. Dilihat dari fungsinya maka dibutuhkan ruang yang memadai agar kegiatan perkantoran nyaman dan aman. Dalam membangun sebuah gedung diperlukan perencanaan yang matang terutama dalam perencanaan strukturnya. Hasil analisis didapatkan mutu beton sebesar 25 MPa, mutu tulangan baja untuk diameter <12 mm sebesar 240 MPa dan diameter >13 mm sebesar 390 MPa, pelat tangga dan bordes dengan tebal 150mm (tulangan 2D13), balok bordes dengan dimensi 250x300mm (tulangan 2D13 dan sengkang 010-120mm), balok penggantung lift dengan dimensi 250x300mm (tulangan 4D13 dan sengkang D13-100mm), pelat lantai dengan tebal 150mm (tulangan arah x 012-160 mm dan y 012-120 mm), balok BA1 dengan dimensi 300x450mm (tulangan tumpuan dan 2D25 dan sengkang 010-150mm), balok BA2 dengan dimensi 250x350mm (tulangan tumpuan dan 2D25 dan sengkang 010-150mm), balok B1 dengan dimensi 400x650mm (tulangan tumpuan 10D25, lapangan 5D25 dan sengkang D13100mm), balok B2 dengan dimensi 300x500mm (tulangan tumpuan 6D25, lapangan 3D25 dan sengkang D13-130mm), balok B3 dengan dimensi 250x300mm (tulangan tumpuan 2D25, lapangan 2D25 dan sengkang 010-110mm), kolom K1 dengan dimensi 700x700mm (tulangan 36D25 dan sengkang 012-150mm), dan kolom K2 dengan dimensi 400x400mm menggunakan tulangan (tulangan 8D25 dan sengkang 012-150mm).

Kata Kunci: *Gedung, Tulangan, Kolom, Balok.*

PENDAHULUAN

Perencanaan struktur pada laporan tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan suatu struktur gedung yang dapat menahan beban-beban yang akan terjadi termasuk beban gempa dengan menggunakan salah satu sistem rangka pemikul momen yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) (Pratiwi, 2020). Dengan demikian, tujuan perencanaan suatu struktur untuk menghasilkan struktur yang kuat dan stabil dapat tercapai (Dewantoro Et Al., 2019).

Dalam pelaksanaan suatu konstruksi bangunan sering terdapat kegagalan-kegagalan akibat kerusakan-kerusakan yang terjadi pada struktur atau bagian-bagian struktur pada waktu tahap pelaksanaannya maupun setelah selesai dikerjakan (Alfian & Phelia, 2021). Kejadian ini antara lain disebabkan oleh adanya faktor-faktor yang sebelumnya tidak diperhitungkan misalnya kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan serta adanya pelampauan beban akibat perubahan fungsi dari bangunan (Kasus Et Al., 2017). Dalam perencanaan suatu struktur bangunan biasanya didahului dengan membuat beberapa asumsi-asumsi misalnya besaran gaya-gaya yang bekerja dan mutu bahan yang akan digunakan yang pada akhirnya siklus perencanaan harus diuji kebenarannya (A. Fitri Et Al., 2019).

KAJIAN PUSTAKA

Beton

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan (Science, 2019). Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna (Purba Et Al., 2019). Sesaat setelah

pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan pertambahan kekuatan (Hashim Et Al., 2016). Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan additive (Phelia & Sinia, 2021). Pada saat keras, beton diharapkan mampu memikul beban sehingga sifat utama yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya (Lestari, Setiawan, Et Al., 2018). Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya (Lestari & Aldino, 2020). Adapun faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah perbandingan berat air dan semen, tipe dan gradasi agregat, kualitas semen, dan perawatan (curing) (A. Fitri & Yao, 2019).

Sifat-sifat Beton

Sifat-sifat beton meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, didapatkan dan diselesaikan tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi (Arniza Fitri Et Al., 2019).

Sifat-sifat lain beton antara lain:

1. Durability (keawetan)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen maksimum maupun pembatasan dosis semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan (Chen Et Al., 2019).

2. Kuat Tekan

Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu sebuah struktur dimana semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat beton ditentukan berdasarkan pembebanan uniaksial benda uji silinder beton berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm dengan satuan MPa (N/m²) untuk SKSNI 91. Benda uji silinder juga digunakan pada metode ACI sedangkan metode British benda uji yang digunakan adalah kubus dengan sisi ukuran 150 mm. Benda uji dengan ukuran berbeda dapat juga dipakai namun perlu dikoreksi terhadap size efek (Abdul Maulud Et Al., 2021).

3. Kuat Tarik

Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari kuat tekannya, yaitu sekitar 10% - 15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak dan defleksi beton (Pramita & Sari, 2020).

4. Modulus Elastisitas

Adalah perbandingan antara kuat beton dengan regangan beton yang biasanya ditentukan pada 25% - 50% dari kuat tekan beton (Pramita Et Al., N.D.).

5. Rangkak (Creep)

Adalah penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya bahan yang bekerja (A. Fitri Et Al., 2017).

6. Susut (Shrinkage)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan tetapi disebabkan oleh beton kehilangan kelembaban karena penguapan (Lestari &

Puspaningrum, 2021). Karena kelembaban tidak pernah meninggalkan beton seluruhnya secara uniform, perbedaan-perbedaan kelembaban mengakibatkan terjadinya tegangan-tegangan internal dengan susut yang berbeda (Pramita, 2019). Tegangan-tegangan yang disebabkan oleh perbedaan susut dapat cukup besar dan ini merupakan salah satu alasan perlunya kondisi perawatan yang basah (Lestari, 2020). Makin besar perbandingan luas permukaan terhadap penampang bagian konstruksi susut yang terjadi akan semakin besar. Oleh sebab itu, susut pada bahan-bahan percobaan yang jauh lebih kecil dari bahan-bahan percobaan yang kecil (Pratiwi Et Al., 2020).

Faktor-faktor yang berpengaruh pada susut beton (Rosmalasari Et Al., 2020):

a. Susut Plastik

Adalah penyusutan yang terjadi sebelum beton mengeras. Pencegahan susut plastic dapat dihindarkan dengan mencegah penguapan yang terlalu cepat pada permukaan beton, dengan cara melindungi beton dengan cara mendinginkan dan menyiram permukaan yang baru dicor.

b. Susut Pengerinan

Susut pengerinan terjadi setelah beton mencapai bentuk akhirnya dan proses hidrasi pada semen telah selesai. Susut pengerinan adalah berkurangnya volume semen dan elemen beton lainnya jika terjadi kehilangan uap air karena penguapan.

7. Kelecekan (Workability)

Workability adalah sifat-sifat adukan beton atau mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pengecoran, pemadatan, dan finishing atau workability adalah besarnya kemudahan kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan komposisi penuh (Dewantoro, 2021).

8. Perawatan Beton (Curing)

Adalah suatu pekerjaan menjaga permukaan beton agar selalu lembab. Kelembaban permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi campuran beton dan air) berlangsung dengan sempurna. Menaruh beton segar didalam ruangan yang lembab, seperti (Pratiwi & Fitri, 2021):

a. Menaruh beton segar diatas genangan air

b. Menyelimuti permukaan beton dengan kain basah

c. Menyiram permukaan beton

Sifat dan karakter mekanik beton secara umum (Arniza Fitri Et Al., 2011):

1. Beton sangat baik menahan gaya tekan (*high compressive strength*), tetapi tidak begitu pada gaya tarik (*low tensile strength*). Bahkan kekuatan gaya tarik beton hanya sekitar 10% dari kekuatan gaya tekannya.
2. Beton tidak mampu menahan gaya tegangan (*tension*) yang tinggi karena elastisitasnya rendah.
3. Konduktivitas termal beton relative rendah.

Semen

Semen adalah bahan pengikat hidrolis (Adma Et Al., 2020). Semen portland adalah semen yang diperoleh dengan mencampur bahan-bahan yang mengandung kapur, membakarnya pada temperature yang mengakibatkan terbentuknya klinker dan kemudian menghaluskan klinker dengan gips sebagai bahan tambahan (Setiawan Et Al., 2017). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi massa yang padat dan semennya juga

berguna untuk mengisi rongga-rongga pada butiran agregat (Prasetio Et Al., 2020).

Sesuai dengan pemakaian semen dibagi menjadi 5 jenis, yaitu (Huang & Fitri, 2019):

1. Tipe 1

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada jenis lain. Semen jenis ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% dari produksi semen portland.

2. Tipe 2

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Untuk mencegah serangan sulfat maka pada semen jenis ini, senyawa C₃A harus dikurangi. Semen jenis ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan sebagai berikut:

- a. Pelabuhan, bangunan-bangunan lepas pantai
- b. Pondasi atau basement dimana tanah/air tanah terkontaminasi oleh sulfat.
- c. Bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa
- d. Aluran-saluran air bangunan/ limbah

3. Tipe 3

Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan kekuatan awal yang tinggi. Pada semen jenis ini kuat tekan pada umur 3 hari mendekati dengan umur 7 hari pada semen jenis 1. Untuk mempercepat proses hidrasi dari 200 cm²/gr. Proporsi senyawa C₃S dibuat lebih besar dan proporsi senyawa C₂S lebih kecil. Semen jenis ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan sebagai berikut. Pembuatan beton pracetak

- a. Bangunan yang membutuhkan pembongkaran bekisting yang lebih cepat
- b. Perbaikan pavement (beton)
- c. Pembetonan di daerah udara dingin (salju)

4. Tipe 4

Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan panas hidrasi yang rendah. Retak yang terjadi setelah pengecoran beton massa. Untuk mengurangi panas hidrasi yang terjadi (penyebab retak) maka jenis ini senyawa C₃S dan C₃A dikurangi. Semen jenis ini mempunyai kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan-bangunan sebagai berikut:

- a. Konstruksi
- b. Basement
- c. Pembentukan pada daerah beruaca panas

5. Tipe 5

Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan yang sangat tahan terhadap sulfat. Penggunaan semua jenis ini sama dengan pada semen jenis II dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat.

Agregat

Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak, tangkai besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu semen hidrolis atau adonan (LESTARI, 2018). Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah melalui proses pelapukan dan abrasi yang berlangsung lama (Arniza Fitri Et Al., 2020). Agregat dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar (Kusuma & Lestari, 2021). Agregat halus untuk beton adalah

agregat berup pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5mm (Study & Main, 2013). Agregat kasar untuk beton adalah agregat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran butir antara 5- 40mm, besar butir maksimum yang diizinkan tergantung pada maksud pemakaian (Lestari, 2015).

Air

Air merupakan bahan yang penting pada beto yang merupakan terjadinya reaksi kimia dengan semen (Phelia & Damanhuri, 2019). Pada dasarnya air yang layak diminum, dapat dipakai untuk campuran beton, akan tetapi dalam pelaksanaan banyak air yang tidak layak diminum memuaskan dipakai untuk campuran beton (Lestari, Purba, Et Al., 2018). Apabila terjadi keraguan akan kualitas air untuk campuran beton sebaiknya dilakukan pengujian kualitas air atau dilakukan trial mix untuk campuran dengan menggunakan air tersebut (Arniza Fitri Et Al., 2021). Persyaratan air sebagai beton bangunan untuk campuran beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (Lestari Et Al., 2021):

- a. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti oli, lumpur, minyak, asam alkali, garam, dan bahan organik lainnya.
- b. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama
 2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa.
- c. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 290/L
- d. Bila dibandingkan dengan kuat tekan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan kuat tekan beton yang memakai air yang diperiksa tidak boleh lebih dari 10%
- e. Air yang mutunya diragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya.
- f. Khusus untuk beton prategang, kecuali syarat-syarat tersebut diatas air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

Kotoran pada air dapat menyebabkan (Safuan, 2014):

- a. Gangguan pada hasil hidrasi dan pengikatan
- b. Gangguan terhadap kuat tekan beton dan ketahanan
- c. Perubahan volume
- d. Korosi
- e. Bercak-bercak pada permukaan beton.

METODE PENELITIAN

Data Perencanaan

Data perencanaan secara keseluruhan mencakup data umum bangunan serta data bahan yang diuraikan secara detail sebagai berikut:

1. Fungsi gedung : Gedung perkantoran
2. Lokasi : Bandar Lampung

3. Jumlah lantai : 6 lantai
4. Struktur bangunan : Beton bertulang
5. Sistem struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
6. Tinggi gedung : 24,4 meter
7. Lebar gedung : 40 meter
8. Panjang gedung : 31 meter
9. Tinggi tiap lantai :
 - a. Basemen : 4,4 meter
 - b. Lantai 1-6 : 4 meter
10. Mutu bahan
 - a. Mutu beton : 25 MPa (K-300)
 - b. Mutu baja :
 - < 0 12 (fy) : 240 MPa
 - > D 13 (fy) : 390 MPa

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Tangga

Tangga didesain dengan meletakkan pelat bordes pada setengah tinggi antar lantai dengan denah tangga berbentuk huruf "U". Perhitungan kebutuhan tulangan tangga digunakan berdasarkan momen maksimum yang terjadi antara pelat tangga dan bordes. Sehingga tulangan pelat tangga dan bordes menggunakan tulangan dan jarak yang sama. Perencanaan tulangan pelat tangga dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari gaya dalam yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan untuk pelat tangga dan bordes arah x adalah 010 - 100 mm dan arah y adalah 010 - 250 mm.

B. Perencanaan Balok Bordes

Perencanaan tulangan balok bordes dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari gaya dalam yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan untuk balok bordes digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D13, tulangan tumpuan bawah 2D13, tulangan lapangan atas 2D13, tulangan lapangan bawah 2D13, dan sengkang 010 - 120 mm.

C. Perencanaan Balok Lift

Perencanaan balok penggantung lift dihitung berdasarkan jumlah reaksi yang terjadi pada balok lift. PPIUG 1983 pasal 3.3.(3) menyatakan bahwa beban keran yang membebani struktur pemikulnya terdiri dari berat sendiri keran ditambah muatan yang diangkatnya, dalam kedudukan keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau. Sebagai beban rencana harus diambil beban keran tersebut dengan mengalikannya dengan suatu koefisien kejut yang ditentukan dengan rumus berikut, $\Psi = (1 + k_1 + k_2 \times v) \geq 1,15$. Perencanaan tulangan balok penggantung lift dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari momen maksimal yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan untuk balok penggantung lift digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 4D20, tulangan tumpuan bawah 2D13, tulangan lapangan atas 2D13, tulangan lapangan bawah 4D20, dan sengkang $\emptyset 10 - 120$ mm.

D. Perencanaan Pelat

Perhitungan momen yang terjadi (M_u) yang bekerja pada pelat dengan menggunakan koefisien PBI 1971 tabel 13.3.2 untuk pelat dua arah terjepit penuh. Perencanaan tulangan

pelat dilakukan dengan memperhitungkan ϕM_n harus lebih besar dari gaya dalam yang terjadi (M_u). Hasil perhitungan tulangan pelat lantai arah x tumpuan $\emptyset 12 - 160$ mm, arah x lapangan $\emptyset 12 - 160$ mm, arah y tumpuan $\emptyset 12 - 120$ mm, arah y lapangan $\emptyset 12 - 120$ mm.

E. Perencanaan Balok

Anak Balok anak ini direncanakan dapat memikul gaya-gaya maksimal yang terjadi pada setiap dimensi penampang serta dapat memenuhi persyaratan yang berlaku pada SNI 2847 : 2013. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA1 digunakan dimensi 300x450 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D25, tulangan tumpuan bawah 2D25, tulangan lapangan atas 2D25, tulangan lapangan bawah 2D25, dan sengkang $\emptyset 10 - 150$ mm. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA2 digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan tumpuan atas 2D25, tulangan tumpuan bawah 2D25, tulangan lapangan atas 2D25, tulangan lapangan bawah 2D25, dan sengkang $\emptyset 10 - 150$ mm.

F. Perencanaan Balok Induk

Balok anak ini direncanakan dapat memikul gaya-gaya maksimal yang terjadi pada setiap dimensi penampang serta dapat memenuhi persyaratan yang berlaku pada SNI 2847 : 2013. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak B1 digunakan dimensi 400x650 mm dengan tulangan tumpuan bawah 10D25, tulangan lapangan atas 10D25, tulangan lapangan bawah 5D25, tulangan lapangan atas 5D25, dan sengkang D13 - 100 mm. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA2 digunakan dimensi 300x500 mm dengan tulangan tumpuan atas 6D25, tulangan tumpuan bawah 6D25, tulangan lapangan atas tumpuan atas 2D25, tulangan tumpuan bawah 2D25, tulangan lapangan atas 2D25, tulangan lapangan bawah 2D25, dan sengkang $\emptyset 10 - 110$ mm.

G. Perencanaan Kolom

Kolom direncanakan dapat memikul gaya-gaya yang terjadi serta dapat memenuhi persyaratan yang berlaku pada SNI 2847 : 2013. Hasil perhitungan tulangan untuk kolom

3D25, tulangan lapangan bawah 3D25, dan sengkang D13 – 130 mm. Hasil perhitungan tulangan untuk balok anak BA2 digunakan dimensi 250x300 mm dengan tulangan K1 digunakan dimensi 700x700 mm dengan tulangan 8D25 dan sengkang Ø12 – 150. Hasil perhitungan tulangan untuk kolom K2 digunakan dimensi 350x350 mm dengan:

tulangan 36D25 dan sengkang Ø12 – 150. H. Hubungan Balok Kolom Hubungan balok kolom perlu dikontrol untuk mengecek tegangan yang terjadi. Hubungan tersebut harus

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan struktur beton bertulang, maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi pelat tangga digunakan tebal pelat 150 mm dengan penulangan sebagai berikut
 - a. Tulangan tumpuan pelat tangga arah x : Ø10-100 mm.
 - b. Tulangan tumpuan pelat tangga arah y : Ø10-250 mm.
 - c. Tulangan lapangan pelat tangga arah x : Ø10-100 mm.
 - d. Tulangan lapangan pelat tangga arah y : Ø10-250 mm.
2. Dimensi pelat bordes digunakan tebal pelat 150 mm dengan penulangan sebagai berikut
 - a. Tulangan pelat bordes arah x : Ø10-100 mm.
 - b. Tulangan pelat bordes arah y : Ø10-250 mm.
3. Balok bordes menggunakan dimensi 250x300 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok bordes atas/bawah : 2D 13 mm.
 - b. Tulangan lapangan balok bordes atas/bawah : 2D 13 mm
 - c. Tulangan geser : 10-120 mm.
4. Balok penggantung lift menggunakan dimensi 250x300 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok penggantung lift atas: 4D 20 mm.
 - b. Tulangan tumpuan balok penggantung lift bawah: 2D 13 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok penggantung lift atas: 2D 13 mm.
 - d. Tulangan lapangan balok penggantung lift bawah: 4D 20 mm. e. Tulangan geser: D13-100 mm.
5. Dimensi pelat tangga digunakan tebal pelat 150 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan tumpuan pelat tangga arah x: Ø12-160 mm.
 - b. Tulangan tumpuan pelat tangga arah y: Ø12-160 mm.
 - c. Tulangan lapangan pelat tangga arah x: Ø12-120 mm.
 - d. Tulangan lapangan pelat tangga arah y: Ø12-120 mm.
6. Balok anak (BA1) menggunakan dimensi 300x450 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 2 D25 mm.
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 2D25 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 2D25 mm.
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah: 2D25 mm. e. Tulangan geser : Ø10-150 mm
7. Balok anak (BA2) menggunakan dimensi 250x350 mm dengan penulangan sebagai berikut :
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 2D25 mm
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 2D25 mm
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 2D25 mm
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah: 2D25 mm

- e. Tulangan geser: $\emptyset 10-110$ mm
8. Balok induk (B1) menggunakan dimensi 400x650 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 10 D25 mm
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 10 D25 mm
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 5 D25 mm
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah : 5 D25 mm
 - e. Tulangan torsi: 2 D13 mm
 - f. Tulangan geser: D13-100 mm
9. Balok induk (B2) menggunakan dimensi 300x500 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan tumpuan balok anak atas: 6D25 mm.
 - b. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 6D25 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok anak atas: 3D25 mm.
 - d. Tulangan lapangan balok anak bawah: 3D25 mm.
 - e. Tulangan torsi: 2 D13 mm.
 - f. Tulangan geser: D13-100 mm
10. Balok induk (B3) menggunakan dimensi 250x300 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan tumpuan balok anak bawah: 10D25 mm.
 - b. Tulangan lapangan balok anak atas: 5D25 mm.
 - c. Tulangan lapangan balok anak bawah: 5D25 mm.
 - d. Tulangan torsi: 2 D13 mm.
 - e. Tulangan geser: D13-100 mm.
11. Kolom (K1) menggunakan dimensi 700x700 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan longitudinal: 36D25 mm.
 - b. Tulangan sengkang: $\emptyset 12-150$ mm.
12. Kolom (K2) menggunakan dimensi 400x400 mm dengan penulangan sebagai berikut:
 - a. Tulangan longitudinal: 4 D25 mm.
 - b. Tulangan sengkang: $\emptyset 12-150$ mm

REFERENSI

- Abdul Maulud, K. N., Fitri, A., Wan Mohtar, W. H. M., Wan Mohd Jaafar, W. S., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06382-8>
- Adma, N. A. A., Ahmad, F., & Phelia, A. (2020). EVALUASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN JETTY. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 7–14.
- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). EVALUASI EFEKTIFITAS SISTEM PENGANGKUTAN DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI TPA SARIMUKTI KOTA BANDUNG. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(01), 16–22.
- Chen, H., Yao, L., & Fitri, A. (2019). The influence mechanism research of inflow temperature in different time scale on the water temperature structure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012058>
- Dewantoro, F. (2021). Kajian Pencahayaan dan Penghawaan Alami Desain Hotel Resort Kota Batu Pada Iklim Tropis. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(01), 1–7.

- Dewantoro, F., Budi, W. S., & Prianto, E. (2019). Kajian Pencahayaan Alami Ruang Baca Perpustakaan Universitas Indonesia. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 3(1), 94–99.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and validation of nearshore current at the coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 25(3), 1009–1018.
- Fitri, A., & Yao, L. (2019). The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore: A simulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>
- Fitri, A., Yao, L., & Sofawi, B. (2019). Evaluation of mangrove rehabilitation project at Carey Island coast, Peninsular Malaysia based on long-term geochemical changes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012055>
- Fitri, Arniza, Hasan, Z. A., & Ghani, A. A. (2011). *Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort*. November 2014.
- Fitri, Arniza, Hashim, R., Abolfathi, S., & Maulud, K. N. A. (2019). Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/w11081721>
- Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F., & Zuhairi, N. Z. (2020). Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), 178–184.
- Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021). Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 51–54.
- Hashim, R., Roy, C., Shamshirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. L. (2016). Estimation of Wind-Driven Coastal Waves Near a Mangrove Forest Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. *Water Resources Management*, 30(7), 2391–2404. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1267-0>
- Huang, X., & Fitri, A. (2019). *Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012056>
- Kasus, S., Jl, P., Agung, S., Pramita, G., Lestari, F., Teknik, F., Studi, P., Sipil, T., & Indonesia, U. T. (2017). *Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal di Kota Bandar Lampung pada Masa Pandemi Covid -19*. 19.
- Kusuma, C. E., & Lestari, F. (2021). PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PROYEK PENAMBAHAN LINE CONVEYOR BATUBARA UNIT PELAKSANAAN PEMBANGKITAN SEBALANG. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(01), 44–50.
- Lestari, F. (2015). *Studi Karakteristik Perilaku Perjalanan Siswa SMA Negeri di Kota Bandar Lampung*.
- Lestari, F. (2020). Identifikasi Fasilitas Pejalan Kaki Di Kota Bandar Lampung. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 27–32.
- LESTARI, F. (2018). *KOMPARASI PEMBANGUNAN KERETA CEPAT INDONESIA MENGGUNAKAN PENGALAMAN KERETA CEPAT NEGARA LAIN DARI SUDUT PANDANG EKONOMI*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Lestari, F., & Aldino, A. A. (2020). Pemilihan Moda Dan Preferensi Angkutan Umum Khusus Perempuan Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 6(2), 57–

62.

- Lestari, F., Purba, A., & Zakaria, A. (2018). Komparasi Pembangunan Kereta Cepat di Indonesia Dengan Kereta Cepat di Negara Lain dari Sudut Pandang Ekonomi. *Prosiding Semnas SINTA FT UNILA Vol. 1 Tahun 2018*, 1(1), 266–272.
- Lestari, F., & Puspaningrum, S. (2021). *Pengembangan Denah Sekolah untuk Peningkatan Nilai Akreditasi pada SMA Tunas Mekar Indonesia*. 2(2), 1–10.
- Lestari, F., Setiawan, R., & Pratiwi, D. (2018). PERHITUNGAN DIMENSI SEAWALL MENGGUNAKAN LAZARUS. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1118–1124.
- Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K. (2021). PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI PENYEDIAAN AIR BERSIH PADA ERA NEW NORMAL DI KELURAHAN SUSUNAN BARU. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427–434.
- Phelia, A., & Damanhuri, E. (2019). *Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakung Kota Bandar LPhelia, A., & Damanhuri, E. (2019). Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakun.*
- Phelia, A., & Sinia, R. O. (2021). Skenario Pengembangan Fasilitas Sistem Pengolahan Sampah Dengan Pendekatan Cost Benefit Analysis Di Kelurahan Kedamaian Kota Bandar Lampung. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1).
- Pramita, G. (2019). *Studi Pengaruh Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor Terhadap Arus Jenuh di Pendekat Simpang Bersinyal*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Pramita, G., Lestari, F., & Bertarina, B. (n.d.). Study on the Performance of Signaled Intersections in the City of Bandar Lampung (Case Study of JL. Sultan Agung-Kimaja Intersection durig Covid-19. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2).
- Pramita, G., & Sari, N. (2020). STUDI WAKTU PELAYANAN KAPAL DI DERMAGA I PELABUHAN BAKAUHANI. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 14–18.
- Prasetyo, A., Pangestu, A., Defrindo, Y., & Lestari, F. (2020). RENCANA PEMBANGUNAN SANITASI BERBASIS LINGKUNGAN DI DESA DADISARI KABUPATEN TANGGAMUS. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 26–32.
- Pratiwi, D. (2020). Studi Time Series Hidro Oseanografi Untuk Pengembangan Pelabuhan Panjang. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 1–13.
- Pratiwi, D., & Fitri, A. (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 29–37.
- Pratiwi, D., Sinia, R. O., & Fitri, A. (2020). PENINGKATAN PENGETAHUAN MASYARAKAT TERHADAP DRAINASE BERPORUS YANG DIFUNGSIKAN SEBAGAI TEMPAT PERESAPAN AIR HUJAN. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).
- Purba, A., Kustiani, I., & Pramita, G. (2019). A Study on the Influences of Exclusive Stopping Space on Saturation Flow (Case Study: Bandar Lampung). *International Conference on Science, Technology & Environment (ICoSTE)*.
- Rosmalasari, T. D., Lestari, M. A., Dewantoro, F., & Russel, E. (2020). Pengembangan E-Marketing Sebagai Sistem Informasi Layanan Pelanggan Pada Mega Florist Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(1), 27–32.
- Safuan, A. P. (2014). *REVITALISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PADA BEBERAPA TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH DI PROVINSI LAMPUNG*.
- Science, E. (2019). *The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore : A simulation The impact of parameter changes of*

a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore : A simulation.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>

Setiawan, R., Lestari, F., & Pratiwi, D. (2017). PENGARUH SULFAT PADA KEKUATAN BETON YANG MENGGUNAKAN LIMBAH BATU BARA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 1093–1098.

Study, E., & Main, U. S. M. (2013). *Effectiveness of Aman Lake as Flood Retention Ponds in Flood Mitigation Effectiveness of Aman Lake as flood retention ponds in flood mitigation effort : study case at USM Main Campus , Malaysia. December.*