

Kebutuhan Besi Tulangan Balok dan Sengkang Pada Lantai 3 Gedung Direktorat Jendral Bea & Cukai Sumatera Bagian Barat

Yusuf Prayogi
Teknik Sipil

*) yusufprayogi@gmail.com

Abstrak

Kantor Wilayah DJBC Sumatera Bagian Barat salah satu unit vertikal Direktorat Jenderal Bea dan Cukai yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan Nomor : 188/PMK.04/2016. Kantor wilayah ini secara resmi beroperasi pada 9 Oktober 2017 dengan wilayah kerja meliputi Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Bengkulu dan Provinsi Lampung. Sebelumnya kantor ini terletak di Jl. Cut Mutia No.48, Gulak Galik, Kec. Tlk. Betung Utara, Kota Bandar Lampung, Lampung 35214. Besi tulangan atau besi beton (reinforcing bar) adalah batang baja yang berberntuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan struktur batu bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan. Besi tulangan secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur. Hasil dari perhitungan diantaranya Berat besi tulangan B1 adalah 7492,80 kg (7,4 ton), berat besi tulangan B2 adalah 4308,36kg (4,3 ton), berat besi tulangan B3 644,4 kg, berat besi tulangan AIA 3052,56 kg (3 ton), dan berat besi tulangan A2A 108,8 kg

Kata kunci: Besi, Penulangan, Sengkang.

PENDAHULUAN

Kantor Wilayah DJBC Sumatera Bagian Barat salah satu unit vertikal Direktorat Jenderal Bea dan Cukai yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan Nomor : 188/PMK.04/2016. Kantor wilayah ini secara resmi beroperasi pada 9 Oktober 2017 dengan wilayah kerja meliputi Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Bengkulu dan Provinsi Lampung. Sebelumnya kantor ini terletak di Jl. Cut Mutia No.48, Gulak Galik, Kec. Tlk. Betung Utara, Kota Bandar Lampung, Lampung 35214.

Kemudian dibangun kembali di Jl. Gatot Subroto Nomor 96, Lingkungan II RT 18 Kelurahan Sukaraja, Kecamatan Bumiwaras, Bandar Lampung. Proyek pembangunan kantor ini dipercayakan kepada PT. Wijaya Karya Nusantara yang berperan sebagai Kontraktor Pelaksana dan dibantu oleh CV. Viandra Wasthu yang berperan sebagai Konsultan Pengawas. Proyek pembangunan ini terletak di Jl. Gatot Subroto Nomor 96, Lingkungan II RT 18 Kelurahan Sukaraja, Kecamatan Bumiwaras, Bandar Lampung dan kantor ini direncanakan akan memiliki 4 lantai. Dengan adanya Pembangunan Gedung Kantor Dan Pagar Pengaman Kantor Direktorat Jenderal Bea dan Cukai (DJBC) Sumatera Bagian Barat maka akan menjadi sarana belajar bagi mahasiswa yang mengambil konsentrasi dalam bidang konstruksi dan secara mendalam dapat mempelajari secara langsung.

KAJIAN PUSTAKA

Besi Tulangan

Besi tulangan atau besi beton (*reinforcing bar*) adalah batang baja yang berberentuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan struktur batu bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan (Bertarina & Bertarina, 2014);(Pramita et al., n.d.). Besi tulangan secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur.

Jenis Besi Tulangan Jenis besi tulangan ada 2 macam, sebagai berikut:

1. Baja tulangan beton polos (BjTP) Baja tulangan polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip/berulir. Baja tulangan polos (BjTP) terbuat dari billet baja tuang kontinyu dengan komposisi karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), belerang (S) dan karbon ekivalen (Ceq).
2. Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) Baja tulangan beton sirip/ulir adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksud untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari belakang secara relatif terhadap beton. Bahan baku baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) terbuat dari billet baja tuang kontinyu dengan komposisi karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), belerang (S) dan karbon ekivalen (Ceq).

Pelat

Pelat merupakan salah satu komponen struktur pada bangunan, umumnya pelat lantai dibangun dengan konstruksi beton bertulang sebagai dasar utamanya (Aditomo Mahardika Putra, 2021);(Phelia, Pramita, Susanto, Widodo, Aditomo, et al., 2021b). Pelat lantai juga merupakan struktur yang pertama menerima beban, baik beban mati ataupun beban hidup yang kemudian disalurkan ke sistem struktur rangka yang lain. Pelat beton bertulang adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dan dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut (Phelia, Pramita, Misdalena, et al., 2021);(Pramita, 2019). Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap suatu gedung. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi seperti beban mati dan/atau beban hidup yang mengakibatkan terjadinya momen lentur (Phelia, Pramita, Susanto, Widodo, Aditomo, et al., 2021a);(Purba et al., 2019). Sudarmoko (1990) pelat merupakan elmen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkan kerangka vertical dari sistem struktur. Pelat dipakai pada struktur arsitektur, jembatan, struktur hidrolik, dan lain sebagainya (Phelia, Pramita, Susanto, Widodo, & Tina, 2021);(Pramita & Sari, 2020);(Pramita et al., 2017).

Fungsi Pelat Pelat lantai memiliki beberapa fungsi di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai tempat berpijak;
2. Menempatkan sistem plumbing, mekanikal dan elektrik;
3. Meredam suara dari ruangan bawah maupun atas;
4. Menambah kekakuan pada arah horizontal dan vertikal.

Pembebanan Pelat

Struktur pelat selain harus menahan beratnya sendiri dan juga harus menahan beban. Beban yang di perhitungkan adalah beban mati (Qd) dan beban hidup (Ql) (F. Lestari et al., 2021b);(F. Lestari & Puspaningrum, 2021).

1. Beban mati (Qd) Beban mati adalah berat seluruh bahan bangunan gedung yang terpasang termasuk segala unsur tambahan yang satu kesatuan dengannya.
2. Beban hidup (Ql) Beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung dan struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan. Beban hidup digunakan dalam perancangan gedung dan struktur harus beban maksimum akibat penggunaan bangunan gedung tersebut. akan tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang diterapkan pada tabel 4-1 SNI 1727-2018
3. Beban ultimate (Qu) Beban ultimate merupakan kombinasi beban terfaktor dari beban mati (Qd) dan beban hidup (Ql)

Sistem Penulangan Pelat

Sistem penulangan pelat terdapat 2 macam, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.

1. Pelat satu arah Pelat satu arah menurut Usman (2008) adalah pelat yang hanya ditumpu pada dua sisi yang saling berhadapa atau pelat yang ditumpu pada keempat sisinya tetapi $L_y/L_x > 2$, sehingga hampir seluruh beban dilimpahkan pada sisi terpendek (F. P. A. Lestari et al., 2018);(F. Lestari, Purba, et al., 2018). Menurut Asroni, (2010) pelat dengan tulangan balok satu arah akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah kantilever dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejaja saja
2. Pelat Dua Arah Sistem pelat lantai dua arah dapat juga terjadi pada pelat bentang tunggal maupun menerus dengan persyaratan jenis pelat lantai dua arah jika perbandingan dari bentang panjang (L) terhadap bentang pendek (S) kurang dari dua (Kusuma & Lestari, 2021b);(Setiawan et al., 2017).

Wiremesh

Wiremesh adalah bahan material yang terbuat dari beberapa batang besi, baja atau aluminium dalam jumlah banyak dan dihubungkan satu sama lain dengan cara dilas atau bahkan dihubungkan dengan PIN atau peralatan lain sehinhha berbentuk lembaran yang dapat digulung. Wiremesh dibuat dalam berbagai jenis dan ukuran yang biasanya disesuaikan berbagai macam kebutuhan proyek. Misalnya ukuran kecil atau tipis digunakan untuk kebutuhan saring sayuran, tanaman dan sampai besar untuk proyek konstruksi (F. Lestari, Setiawan, et al., 2018);(LESTARI, 2018);(F. Lestari, 2015).

Manfaat Wiremesh

Wiremesh dapat digunakan sebagai Pembesian tulangan beton untuk pelat lantai, Dinding beton, Saluran drainase beton, Jalan raya, Trotoar, Landasan bandar udara pesawat, dan lain sebagainya (Yao et al., 2021);(F. Lestari, 2020);(Neneng et al., 2021).

Fungsi Besi Beton

Fungsi Besi Beton konstruksi besi beton mulai digunakan sebagai elemen utama dalam pembangunan gedung tinggi. Karena pengetahuan manusia tentang perilaku beton bertulang yang terbatas, terutama mengenai nonlinearitas material beton itu sendiri, pada awal abad ke-20 kebanyakan gedung tinggi di Amerika menggunakan baja profil sebagai elemen struktur utamanya (Prasetio et al., 2020);(F. Lestari et al., 2021a);(Kusuma & Lestari, 2021a). Baru pada 1950-an konstruksi beton mulai ikut berperan dalam konstruksi gedung

tinggi. Di Indonesia sendiri, besi beton lebih sering digunakan untuk pembangunan gedung, karena bahan ini lebih mudah didapat sehingga dirasakan lebih ekonomis dibanding konstruksi lainnya (Dewantoro, 2021);(Dewantoro et al., 2019);. Besi beton atau beton bertulang boleh jadi merupakan bahan konstruksi yang paling penting karena digunakan dalam berbagai bentuk untuk hampir semua struktur baik besar maupun kecil seperti bangunan, jembatan, perkerasan jalan, bendungan, dinding pebahan tanah, terowongan, jembatan yang melintasi lembah (*viaduct*), drainase, fasilitas irigasi, tangki dan sebagainya (Pratiwi & Fitri, 2021a);(Pratiwi et al., 2020);(PRATIWI et al., 2021). Khusus untuk bangunan gedung bertingkat tinggi, besi beton digunakan untuk struktur kolom, balok, dinding, plat, besi poer dan sloof. Sukses beton bertulang sebagai bahan konstruksi yang universal karena banyaknya kelebihan yang dimilikinya (Pratiwi & Fitri, 2021b);(Pratiwi et al., 2021);(Pratiwi, 2020).

Kelebihan Besi Beton

1. Memiliki kuat tekan yang relatif lebih tinggi dibandingkan kebanyakan bahan lain.
2. Memiliki ketahanan yang tinggi terhadap api dan air, bahkan memiliki struktur terbaik untuk bangunan yang banyak bersentuhan dengan air. Pada peristiwa kebakaran dengan intensitas rata-rata, batang-batang struktur dengan ketebalan penutup beton yang memadai sebagai pelindung tulangan hanya mengalami kerusakan pada permukaannya saja tanpa mengalami keruntuhan.
3. Struktur beton bertulang sangat kokoh.
4. Tidak memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi dibandingkan dengan bahan lain.
5. Memiliki usia yang sangat panjang. Dalam kondisi-kondisi normal, struktur beton bertulang dapat digunakan sampai kapanpun tanpa kehilangan kemampuannya untuk menahan beban. Ini dapat dijelaskan dari kenyataan bahwa kekuatannya tidak berkurang dengan berjalannya waktu bahkan semakin lama semakin bertambah dalam hitungan tahun, karena lamanya proses pematatan semen.
6. Merupakan satu-satunya bahan yang ekonomis untuk pondasi tapak, dinding basement, tiang tumpuan jembatan, dan bangunan-bangunan semacam itu.
7. Dapat dirakit menjadi bentuk yang sangat beragam mulai dari plat, balok dan kolom yang sederhana sampai menjadi atap kubah dan cangkang besar.
8. Keahlian buruh yang dibutuhkan untuk membangun konstruksi beton bertulang lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan lain seperti baja struktur.

Kekurangan Besi Beton

1. Mudah korosi
2. Jika dasar tanah tidak begitu baik, maka penggunaan besi beton akan lebih sulit digunakan.
3. Kualitas besi beton tergantung pada pabrik pembuatnya, sehingga kadang-kadang butuh ketelitian ekstra untuk memilih besi beton berkualitas dengan standar SNI.
4. Meski mampu menahan daya tekan, namun besi beton memiliki performas yang tidak begitu baik terhadap daya tarik. Itu sebabnya diperlukan struktur tulangan tarik pada konstruksi bangunan.
5. Pembuatan besi beton cenderung rumit karena harus memastikan hal-hal seperti proporsi campuran dan cara pengadukannya.
6. Meski biaya penyediaan besi beton cenderung murah, namun biaya bekisting bisa terhitung sebesar sepertiga atau dua pertiga dari total biaya struktur beton.

Kolom

Kolom adalah elemen vertikal dari bangunan yang tugasnya membawa muatan dari balok dan elemen lainnya (Fitri et al., 2020);(Zhu, Shi, et al., 2021);(Abdul Maulud et al., 2021). Elemen kolom itu sendiri adalah batang kompresif sehingga kolaps yang terjadi di kolom dapat menyebabkan keruntuhan di lantai atas dan runtuh seluruhnya (Fitri, Maulud, et al., 2021b);(Fitri et al., 2019);(Fitri et al., 2021). Keruntuhan struktur kolom adalah hal yang perlu dipertimbangkan baik dari aspek ekonomi dan keselamatan jiwa manusia. Oleh karena itu, dalam mendesain kolom kita harus lebih hati-hati dengan menyediakan fitur keamanan yang lebih besar daripada elemen struktural lainnya seperti blok dan pelat, dan juga untuk menekan yang terjadi di kolom tidak selalu memberikan peringatan awal yang cukup jelas (Fitri, Maulud, et al., 2021a);(Fitri et al., 2021);(Fitri, Rossi, et al., 2021). Dalam analisis dan perencanaan kolom, dasar-dasar teori yang digunakan dalam perencanaan balok dapat diterapkan pada perhitungan 10 kolom, tetapi kebutuhan untuk penambahan dalam hal faktor selain momen lentur adalah kekuatan kompresi normal yang termasuk dalam perhitungan. kolom ini. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian dalam penyusunan persamaan ekuivalen struktural dengan meninjau kombinasi momen (Shi et al., 2021);(Zhu, Tan, et al., 2021);(Tan et al., 2021).

Menurut SNI-03-2847-2002 ada empat ketentuan terkait perhitungan kolom:

1. Kolom harus direncanakan untuk menanggung berat axial terfaktor yang bekerja pada semu lantai/atap dan momen maks dari beban berfaktor pada satu bentang yang terdekat dari lantai/atap yang ditinjau. Kombinasi pembebanan akan menghasilkan rasio maksimal dari momen terhadap beban jalur aksial yang juga harus diperhitungkan.
2. Pada bangunan rangka/struktur terus pengaruh dari beradanya beban tak seimbang pada lantai/atap terhadap kolom juga dihitung. Demikian pengaruhnya beban exentris karena pengaruh yang lain bisa dihitung
3. Dalam merencanakan momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom, ujung-ujung terjatuh kolom dapat dianggap jepit, selama ujungujungnya tersebut menyatu (monolit) dengan komponen struktur lainnya.
4. Momen-momen yang bekerja pada setiap level lantai atau atap harus didistribusikan pada kolom diatas dan dibawah lantai tersebut berdasarkan kelakuan relative kolom dengan juga memperhatikan kondisi kekekangan pada ujung kolom.

Jenis-jenis Kolom

Jenis-jenis kolom ada tiga:

1. Kolom ikat (tie column)
2. Kolom spiral (spiral column)
3. Kolom komposit (composite column)

Struktur beton bertulang dijelaskan adanya tiga jenis kolom,yaitu :

1. Kolom menggunakan tegang siku lateral. Kolom ini adalah kolom beton bertulang yang memanjang pada jarak tertentu dengan poros lateral yang meruncing (Phelia & Sinia, 2021);(Alfian & Phelia, 2021). Dasi ini juga berfungsi untuk menahan penguatan dasar agar tetap kokoh di tempatnya.
2. Kolom dengan pengikat spiral. Kolom ini mirip dengan kolom pertama hanya bentuk untuk batang pengikat spiral yang menempel di sekitar dan membentuk bidang heliks kontinu sepanjang kolom. Fungsi batang pengikat spiral ini adalah untuk menyediakan berkemampuan kolom untuk menahan deforma yang cukup sebelum keruntuhan, sehingga mencegah penghancuran semua bagian kolom sebelum terjadinya proses redistribusi beban dan ketegangan (Safuan, 2014);(Phelia & Damanhuri, 2019).

3. Struktur kolom komposit Merupakan kolom dengan komponen struktur tekan yang diperkuat dalam arah memanjang menggunakan bidang profil baja atau pipa, dengan atau tanpa batang penguat yang diperpanjang.

METODE PENELITIAN

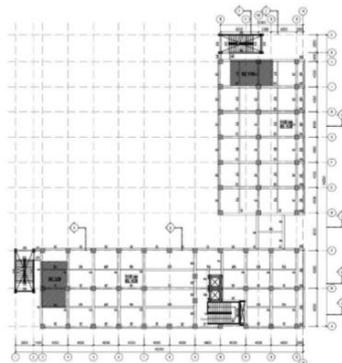
Penyusunan laporan ini didasarkan pada :

1. Pengamatan langsung di lapangan mengenai pelaksanaan pekerjaan.
2. Penjelasan dari pembimbing lapangan.
3. Pengarahan dan konsultasi dengan dosen pembimbing kerja praktik.
4. Data-data berupa hasil pengujian.
5. Pemotretan pada setiap tahap pekerjaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Balok

Balok merupakan bagian dari sebuah struktur yang menahan beban yang ditransfer dari plat ke balok lalu ke kolom dan akhirnya ke pondasi. Balok juga sebagai penguat rangka horizontal bangunan terhadap beban yang dipikul. Beban horizontal yang dapat berupa beban gempa dan angin yang diterima dinding sehingga dapat disalurkan ke kolom struktur. Untuk lantai 3 (lantai yang ditinjau) pada Gedung Direktorat Jendral Bea & Cukai terdapat 5 tipe balok.

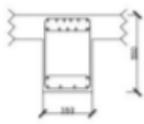
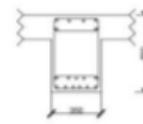
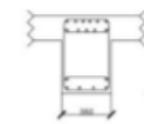


Gambar 1. Denah Balok Lantai 3

Detail Balok

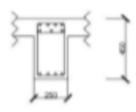
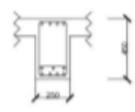
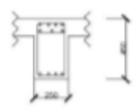
Menghitung pembesian balok pada Gedung Kantor Direktorat Jendral Bea dan Cukai pada lantai 3 yang terdiri dari 5 macam tipe balok yaitu :

1. Balok B1

TYPE	B1		
POSITION	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
DIMENSI B X H	350 X 550	350 X 550	350 X 550
TUL. ATAS	11 D19	6 D19	11 D19
TUL. BAWAH	6 D19	11 D19	6 D19
SENGKANG	D16 - 100	D16 - 200	D16 - 100
TUL. EXTRA	-	-	-

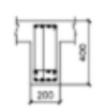
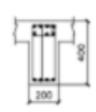
Gambar 2. Detail Balok B1

2. Balok B2

TYPE	B2		
POSITION	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
DIMENSI B x H	250 X 450	250 X 450	250 X 450
TUL. ATAS	7 D19	4 D19	7 D19
TUL. BAWAH	4 D19	7 D19	4 D19
SENGKANG	D16 - 100	D16 - 150	D16 - 100
TUL. EXTRA	-	-	-

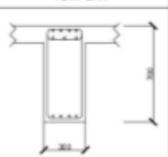
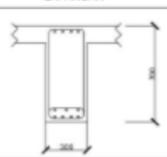
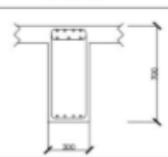
Gambar 3. Detail Balok B3

3. Balok B3

TYPE	A1A		
POSITION	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
DIMENSI B x H	200 X 400	200 X 400	200 X 400
TUL. ATAS	7 D16	4 D16	7 D16
TUL. BAWAH	4 D16	7 D16	4 D16
SENGKANG	1,5D16-100	1,5D16-150	1,5D16-100
TULANGAN EKSTRA	-	-	-

Gambar 4. Detail Balok A1A

4. Balok B4

TYPE	A2A		
POSITION	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
DIMENSI B x H	300 X 700	300 X 700	300 X 700
TUL. ATAS	7 D19	4 D19	7 D19
TUL. BAWAH	4 D19	7 D19	4 D19
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100
TUL. EXTRA	-	-	-

Gambar 5. Detail Balok A2A

5. Tabel Baja tulangan beton Ulir

Sebelum melakukan perhitungan besi perlu di ketahui terlebih dahulu jenis besi beserta berat besi permeternya menurut SNI, ini dapat dilihat dari tabel berikut :

No.	Diameter (D) (mm)	Panjang (m)	Berat permeter (Kg/m)	Berat / Batang (kg/12m)
1	10	12	0,62	7,40
2	16	12	1,58	18,96
3	19	12	2,23	26,76
4	22	12	2,98	35,80

6. Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok

a) Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok B1

Diketahui :

- a. Tulangan B1 : Besi Ulir
- b. Jumlah Balok B1 : 33 Buah
- c. Jumlah Besi : 17 Buah
- d. Ukuran Balok B1 : 6 m
- e. Panjang Besi : 12 m
- f. Diameter Besi : D19

Pada tulangan Balok B1 menggunakan 17 buah besi dengan diameter D19, maka:
Besi 17D19 = Jumlah Tulangan x ukuran balok b1 x jumlah balok b1
= 17 bh x 6 m x 33 bh
= 3366 m

Jadi batang besi yang diperlukan adalah :
= besi yang diperlukan / panjang besi
= 3366 m / 12 m
= 280 btg

Jadi total keseluruhan berat besi tulangan B1 adalah :
= Berat besi D19 x jumlah batang besi
= 26,76 Kg x 280 btg
= 7492,80 kg (7,4 ton)

b) Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok B2

Diketahui :

- Tulangan B2 : Besi Ulir
- Jumlah Balok B2 : 44
- Buah Jumlah Besi : 11
- Buah Ukuran Balok B2 : 4 m
- Panjang Besi : 12 m
- Diameter Besi : D19

Pada tulangan Balok B2 menggunakan 11 buah besi dengan diameter D19, maka:
Besi 11D19 = Jumlah Tulangan x ukuran balok b2 x jumlah balok b2
= 11 bh x 4 m x 44 bh
= 1936 m

Jadi berapa batang besi yang diperlukan adalah :
= besi yang diperlukan / panjang besi

$$= 1936 \text{ m} / 12 \text{ m}$$
$$= 161 \text{ btg}$$

Jadi total keseluruhan berat besi tulangan B2 adalah :

$$= \text{Berat besi D19} \times \text{jumlah batang besi}$$
$$= 26,76 \text{ Kg} \times 161 \text{ btg}$$
$$= 4308,36 \text{ kg (4,3 ton)}$$

c) Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok B3

Diketahui :

Tulangan B3 : Besi Ulir
Jumlah Balok B3 : 3
Buat Jumlah Besi : 18
Buat Ukuran Balok B3 : 4 m
Panjang Besi : 12 m
Diameter Besi : D22

Pada tulangan Balok B3 menggunakan 18 buah besi dengan diameter D22, maka:

$$\text{Besi 18D22} = \text{Jumlah Tulangan} \times \text{ukuran balok b3} \times \text{jumlah balok b3}$$
$$= 18 \text{ bh} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ bh}$$
$$= 216 \text{ m}$$

Jadi berapa batang besi yang diperlukan adalah :

$$= \text{besi yang diperlukan} / \text{panjang besi}$$
$$= 216 \text{ m} / 12 \text{ m}$$
$$= 18 \text{ btg}$$

Jadi total keseluruhan berat besi tulangan B3 adalah :

$$= \text{Berat besi D22} \times \text{jumlah batang besi}$$
$$= 35,80 \text{ Kg} \times 18 \text{ btg}$$
$$= 644,4 \text{ kg}$$

d) Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok A1A

Diketahui :

Tulangan A1A : Besi Ulir
Jumlah Balok A1A : 32
Buat Jumlah Besi : 11
Buat Ukuran Balok A1A : 4 m
Panjang Besi : 12 m
Diameter Besi : D16

Pada tulangan Balok A1A menggunakan 11 buah besi dengan diameter D16, maka:

$$\text{Besi 11D16} = \text{Jumlah Tulangan} \times \text{ukuran balok A1A} \times \text{jumlah balok A1A}$$
$$= 11 \text{ bh} \times 4 \text{ m} \times 32 \text{ bh}$$
$$= 1408 \text{ m}$$

Jadi berapa batang besi yang diperlukan adalah :

$$= \text{besi yang diperlukan} / \text{panjang besi}$$
$$= 1408 \text{ m} / 12 \text{ m}$$
$$= 117 \text{ btg}$$

Jadi total keseluruhan berat besi tulangan A1A adalah :

$$= \text{Berat besi D16} \times \text{jumlah batang besi}$$
$$= 18,96 \text{ Kg} \times 161 \text{ btg}$$

$$= 3052,56 \text{ kg (3 ton)}$$

e) Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok A2A

Diketahui :

Tulangan A2A	: Besi Ulir
Jumlah Balok A2A	: 2
Buah Jumlah Besi	: 11 Buah
Ukuran Balok A2A	: 8 m
Panjang Besi	: 12 m
Diameter Besi	: D19

Pada tulangan Balok A2A menggunakan 11 buah besi dengan diameter D19, maka :

$$\begin{aligned} \text{Besi 11D19} &= \text{Jumlah Tulangan} \times \text{ukuran balok A2A} \times \text{jumlah balok A2A} \\ &= 11 \text{ bh} \times 8 \text{ m} \times 2 \text{ bh} \\ &= 176 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi berapa batang besi yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{besi yang diperlukan} / \text{panjang besi} \\ &= 176 \text{ m} / 12 \text{ m} \\ &= 14 \text{ btg} \end{aligned}$$

Jadi total keseluruhan berat besi tulangan A2A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Berat besi D19} \times \text{jumlah batang besi} \\ &= 26,76 \text{ Kg} \times 14 \text{ btg} \\ &= 374,64 \text{ kg} \end{aligned}$$

7. Perhitungan kebutuhan tulangan sengkang balok

a) Perhitungan kebutuhan tulangan sengkang B1

Diketahui :

Tulangan sengkang	: Besi Polos
Diameter besi sengkang	: Ø16
Jarak sengkang balok B1	: 20 cm (0,2 m)
Berat tulangan sengkang/m	: 1,58 kg/m
Dimensi sengkang	: 35 cm x 55 cm
Panjang pencunci sengkang	: 20 cm (0,2 m)
Panjang balok B1	: 6 m

Menghitung panjang tulangan sengkang B1 adalah :

$$\begin{aligned} &= B + B + H + H + \text{panjang pengunci sengkang} \\ &= 35 + 35 + 55 + 55 + 20 \\ &= 200 \text{ cm (2 m)} \end{aligned}$$

Menghitung berat persengkang B1 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang sengkang B1} \times \text{Berat tulangan sengkang per meter} \\ &= 2 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \\ &= 3,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung banyak sengkang pada balok B1 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang balok B1} / \text{Jarak sengkang balok B1} \\ &= 6 \text{ m} / 0,2 \text{ m} \\ &= 30 \text{ sengkang} \end{aligned}$$

Menghitung berat sengkang di balok B1 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak sengkang B1} \times \text{Berat persengkang B1} \\ &= 30 \times 3,16 \end{aligned}$$

$$= 94,8 \text{ kg}$$

Jadi total keseluruhan berat sengkang balok B1 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Berat sengkang balok B1} \times \text{Jumlah balok B1} \\ &= 94,8 \text{ Kg} \times 33 \text{ btg} \\ &= 3128,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

b) Perhitungan kebutuhan tulangan sengkang B2

Diketahui :

Tulangan sengkang	: Besi Polos
Diameter besi sengkang	: Ø16
Jarak sengkang balok B2	: 15 cm (0,15 m)
Berat tulangan sengkang/m	: 1,58 kg/m
Dimensi sengkang	: 25 cm x 45 cm
Panjang pencunci sengkang	: 20 cm (0,2 m)
Panjang balok B2	: 4 m

Menghitung panjang tulangan sengkang B2 adalah :

$$\begin{aligned} &= B + B + H + H + \text{panjang pengunci sengkang} \\ &= 25 + 25 + 45 + 45 + 20 \\ &= 140 \text{ cm (1,4 m)} \end{aligned}$$

Menghitung berat persengkang B2 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang sengkang B2} \times \text{Berat tulangan permeter} \\ &= 1,4 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \\ &= 2,22 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung banyak sengkang pada balok B2 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang balok B2} / \text{Jarak sengkang balok B2} \\ &= 4 \text{ m} / 0,15 \text{ m} \\ &= 27 \text{ sengkang} \end{aligned}$$

Menghitung berat sengkang di balok B2 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak sengkang B2} \times \text{Berat persengkang B2} \\ &= 27 \times 2,22 \text{ kg} \\ &= 59,94 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi total keseluruhan berat sengkang balok B2 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Berat sengkang balok B2} \times \text{Jumlah balok B2} \\ &= 59,94 \text{ Kg} \times 44 \text{ btg} \\ &= 2637,36 \text{ kg} \end{aligned}$$

c) Perhitungan kebutuhan tulangan sengkang B3

Diketahui :

Tulangan sengkang	: Besi Polos
Diameter besi sengkang	: Ø16
Jarak sengkang balok B3	: 20 cm (0,2 m)
Berat tulangan sengkang/m	: 1,58 kg/m
Dimensi sengkang	: 40 cm x 70 cm
Panjang pencunci sengkang	: 20 cm (0,2 m)
Panjang balok B3	: 4 m

Menghitung panjang tulangan sengkang B3 adalah :

$$\begin{aligned} &= B + B + H + H + \text{panjang pengunci sengkang} \\ &= 40 + 40 + 70 + 70 + 20 \\ &= 240 \text{ cm (2,4 m)} \end{aligned}$$

Menghitung berat persengkang B3 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang sengkang} \times \text{Berat tulangan sengkang permeter} \\ &= 2,4 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \\ &= 3,79 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung banyak sengkang pada balok B3 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang balok B3} / \text{Jarak sengkang balok B3} \\ &= 4 \text{ m} / 0,2 \text{ m} \\ &= 20 \text{ sengkang} \end{aligned}$$

Menghitung berat sengkang di balok B3 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak sengkang B3} \times \text{Berat persengkang B3} \\ &= 20 \times 3,79 \text{ kg} \\ &= 75,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi total keseluruhan berat sengkang balok B3 adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Berat sengkang balok B3} \times \text{Jumlah balok B3} \\ &= 75,8 \text{ Kg} \times 3 \text{ btg} \\ &= 227,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

d) Perhitungan kebutuhan tulangan sengkang A1A

Diketahui :

Tulangan sengkang	: Besi Polos
Diameter besi sengkang	: Ø16
Jarak sengkang balok A1A	: 15 cm (0,15 m)
Berat tulangan sengkang	: 1,58 kg/m
Dimensi sengkang	: 20 cm x 40 cm
Panjang pengunci sengkang	: 20 cm (0,2 m)
Panjang balok A1A	: 4 m

Menghitung panjang tulangan sengkang A1A adalah :

$$\begin{aligned} &= B + B + H + H + \text{panjang pengunci sengkang} \\ &= 20 + 20 + 40 + 40 + 20 \\ &= 140 \text{ cm (1,4 m)} \end{aligned}$$

Menghitung berat persengkang A1A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang sengkang} \times \text{Berat tulangan sengkang permeter} \\ &= 1,4 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \\ &= 2,21 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung banyak sengkang pada balok A1A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang balok A1A} / \text{Jarak sengkang balok A1A} \\ &= 4 \text{ m} / 0,15 \text{ m} \\ &= 27 \text{ sengkang} \end{aligned}$$

Menghitung berat sengkang di balok A1A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak sengkang A1A} \times \text{Berat persengkang A1A} \\ &= 27 \times 2,21 \text{ kg} \\ &= 59,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi total keseluruhan berat sengkang balok A1A adalah :

$$= \text{Berat sengkang balok A1A} \times \text{Jumlah balok A1A}$$

$$\begin{aligned} &= 59,7 \text{ Kg} \times 32 \text{ btg} \\ &= 1910,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

e) Perhitungan kebutuhan tulangan sengkang A2A

Diketahui :

Tulangan sengkang	: Besi Polos
Diameter besi sengkang	: Ø10
Jarak sengkang balok A2A	: 20 cm (0,2 m)
Berat tulangan sengkang	: 0,62 kg/m
Dimensi sengkang	: 30 cm x 70 cm
Panjang penci sengkang	: 20 cm (0,2 m)
Panjang balok A2A	: 8 m

Menghitung panjang tulangan sengkang A2A adalah :

$$\begin{aligned} &= B + B + H + H + \text{panjang pengunci sengkang} \\ &= 30 + 30 + 70 + 70 + 20 \\ &= 220 \text{ cm (2,2 m)} \end{aligned}$$

Menghitung berat persengkang A2A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang sengkang} \times \text{Berat tulangan sengkang per meter} \\ &= 2,2 \text{ m} \times 0,62 \text{ kg/m} \\ &= 1,36 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung banyak sengkang pada balok A2A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Panjang balok A2A} / \text{Jarak sengkang balok A2A} \\ &= 8 \text{ m} / 0,2 \text{ m} \\ &= 40 \text{ sengkang} \end{aligned}$$

Menghitung berat sengkang di balok A2A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak sengkang A2A} \times \text{Berat persengkang A2A} \\ &= 40 \times 1,36 \text{ kg} \\ &= 54,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi total keseluruhan berat sengkang balok A2A adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Berat sengkang balok A2A} \times \text{Jumlah balok A2A} \\ &= 54,4 \text{ Kg} \times 2 \text{ btg} \\ &= 108,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil diantaranya:

Berat besi tulangan B1 adalah 7492,80 kg (7,4 ton), berat besi tulangan B2 adalah 4308,36kg (4,3 ton), berat besi tulangan B3 644,4 kg, berat besi tulangan A1A 3052,56 kg (3 ton), dan berat besi tulangan A2A 108,8 kg

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>
- Aditomo Mahardika Putra, R. (2021). Underground Support System Determination: A Literature Review. *International Journal of Research Publications*, 83(1), 55–68.

- <https://doi.org/10.47119/ijrp100831820212185>
- 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.
- Bertarina, & Bertarina, W. A. (2014). ANALISIS KEBUTUHAN RUANG PARKIR (STUDI KASUS PADA AREA PARKIR ICT UNIVERSITAS TEKNOKRAT INDONESIA). *Transportasi Publik Dan Aksesibilitas Masyarakat Perkotaan*, 9(02), 17.
- 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., Chen, H., Yao, L., Zheng, K., Susarman, Rossi, F., & Yin, Y. (2021). Evaluation of the Groundsill's stability at downstream of "Citorek" Bridge in Cimadur River, Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012029>
- Fitri, A., 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, A., 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, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021a). Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. *Proceedings of the 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 199(ICoSITEA 2020), 51–54. <https://doi.org/10.2991/aer.k.210204.011>
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021b). 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.
- Fitri, A., Rossi, F., Suwarni, E., & Rosmalasari, D. (2021). *Pelatihan Pembuatan Video Pembelajaran Bagi Guru MA Matha ' ul Anwar Lampung Pada Masa Pandemi COVID-19*. 2(3), 189–196. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v2i3.50>
- Fitri, A., Yao, L., Pratiwi, D., Phelia, A., Susarman, Dewantoro, F., Safitri, D., & Maulud, K. N. A. (2021). Effectiveness of a groundsill structure in reducing scouring problem at Cimadur River, Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012026>
- Kusuma, C. E., & Lestari, F. (2021a). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Proyek Penambahan Line Conveyor Batubara. *Jurnal Teknik Sipil*, 02(01), 44–50.
- Kusuma, C. E., & Lestari, F. (2021b). 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. P. A., Pane, E. S., Suprpto, Y. K., & Purnomo, M. H. (2018). Wavelet based-analysis of alpha rhythm on eeg signal. *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 719–723.
- 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. (2021a). Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4447>
- Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K. (2021b). PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI PENYEDIAAN AIR BERSIH PADA ERA NEW NORMAL DI KELURAHAN SUSUNAN BARU. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427–434.
- Neneng, N., Puspaningrum, A. S., Lestari, F., & Pratiwi, D. (2021). SMA Tunas Mekar Indonesia Tangguh Bencana. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(6), 335–342. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.61>
- 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., Pramita, G., Misdalena, F., & Kunci, K. (2021). *JURNAL PENGABDIAN KEPADA Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Sabun Sebagai Upaya Pengendalian Limbah Domestik Masa Pandemi Covid-19*. 1(3), 181–187.
- Phelia, A., Pramita, G., Susanto, T., Widodo, A., Aditomo, R., Indonesia, U. T., Za, J., Alam, P., Ratu, L., Kedaton, K., & Lampung, K. B. (2021a). *JURNAL CEMERLANG : Pengabdian pada Masyarakat PENINGKATAN PENGETAHUAN ANIMASI VIDEO DAN ROBOTIK DALAM PENERAPAN PROJECT BASE LEARNING DI SMA IT BAITUL JANNAH*. 4(1), 98–108.
- Phelia, A., Pramita, G., Susanto, T., Widodo, A., Aditomo, R., Indonesia, U. T., Za, J., Alam, P., Ratu, L., Kedaton, K., & Lampung, K. B. (2021b). *JURNAL CEMERLANG : Pengabdian pada Masyarakat PENINGKATAN PENGETAHUAN ANIMASI VIDEO DAN ROBOTIK DALAM PENERAPAN PROJECT BASE LEARNING DI SMA IT BAITUL JANNAH JURNAL CEMERLANG : Pengabdian pada Masyarakat pembelajaran yang terbaru untuk meningkatkan kreati*. 4(1), 98–108.
- Phelia, A., Pramita, G., Susanto, T., Widodo, A., & Tina, A. (2021). *IMPLEMENTASI PROJECT BASE LEARNING DENGAN KONSEP ECO-GREEN DI*. 5, 670–675.
- 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., Lestari, F., & Bertarina, B. (2017). *Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal di Kota Bandar Lampung pada Masa Pandemi Covid -19*. 19.
- Pramita, G., & Sari, N. (2020). STUDI WAKTU PELAYANAN KAPAL DI DERMAGA I PELABUHAN BAKAUHENI. *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. (2021a). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 8(1), 29–37. <https://doi.org/10.21063/JTS.2021.V801.05>
- Pratiwi, D., & Fitri, A. (2021b). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 29–37.
- PRATIWI, D., FITRI, A., PHELIA, A., ADMA, N. A., & KASTAMTO. (2021). *ANALISIS OF URBAN FLOOD USING SYNTHETIC UNIT HYDROGAPH (SUH) AND FLOOD MITIGATION STRATEGIES ANLONG WAY HALIM RIVER*. 07015.
- 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).
- Pratiwi, D., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Metro, U. M., Hujan, I., & Biopori, L. (2021). *Salah Satu Mitigasi Banjir Perkotaan Pada Jalan Seroja , Kecamatan Tanjung Senang*. 02(02), 46–56.
- 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)*.
- Safuan, A. P. (2014). *REVITALISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PADA BEBERAPA TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH DI PROVINSI LAMPUNG*.
- 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.
- Shi, S., Tao, X., Chen, X., Chen, H., Fitri, A., & Yang, X. (2021). Evaluation of urban water security based on DPSIR model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012023>
- Tan, L., Zhu, X., Liu, X., Wan, Y., Fitri, A., & Melinda, S. (2021). A case study on water price calculation of key projects at Fenglinwan irrigation areas in JiangXi Province, China. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012019>
- Yao, L., Ye, X., Huang, X., Zheng, K., Fitri, A., & Lestari, F. (2021). Numerical simulation of hydraulic performance with free overfall flow. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012028>
- Zhu, X., Shi, S., Si, J., Fitri, A., Pratiwi, D., & Agustina, A. (2021). Numerical simulation

of hydraulic optimization for regulating tank in pumping station. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012020>

Zhu, X., Tan, L., Si, J., Shi, S., Yu, K., & Fitri, A. (2021). Numerical study on percolation and dam slope's stability of impermeable wall composed by clay and concrete for earth-rock dam. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012022>