

Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Kantor DJBC Sumatera Bagian Barat

Sri Wahyu

Teknik Sipil

*) ariskayunitasavitri@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. Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Pelat juga merupakan salah satu elemen struktur yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser, jika di bandingkan dengan gaya aksial. Oleh sebab itu perlu di perkuat dengan tulangan baja terutama pada daerah serat tariknya. Data pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Penulangan pelat dipasang tulangan bawah lapis 1 diatas beton decking dengan ketebalan 2cm. Tulangan ini dipasang melewati tulangan atas balok penulangan pelat dipasang tulangan bawah lapis 2 diatas lapis 1 dengan arah tegak lurus lapis 1 kemudian persilangan tulangan diikat dengan kawat bwto, untuk mendapatkan jarak tertentu antara tulangan atas dan bawah dipasang tulangan kaki ayam yaitu potongan besi yang dipotong sedemikian rupa sehingga dapat menjaga jarak antara tulangan atas dengan tulangan bawah pelat dan tulangan atas lapis 2 dipasang tegak lurus dengan tulangan dengan tulangan atas lapis Persilangan tulangan atas diikat dengan kawat beton. Adapun tulangan yang digunakan pada pekerjaan pembesian/penulangan pelat pada proyek ini adalah langsung menggunakan besi Wm 8 mm.

Kata Kunci: Pembesian, Pelat, Tulangan.

PENDAHULUAN

Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Pelat juga merupakan salah satu elemen struktur yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser, jika di bandingkan dengan gaya aksial. Oleh sebab itu perlu di perkuat dengan tulangan baja terutama pada daerah serat tariknya (Bertarina & Bertarina, 2014);(Aditomo Mahardika Putra, 2021);(Dewantoro, 2021).

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.

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. Cut Mutia No 48 Kelurahan Gulak Galik Teluk Betung Utara Bandar Lampung dan kantor ini direncanakan

akan memiliki 5 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

KAJIAN PUSTAKA

Plat Lantai

Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Pelat juga merupakan salah satu elemen struktur yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser, jika di dibandingkan dengan gaya aksial (Dewantoro et al., 2019);(Al-Ayyubi et al., 2021);(Pramita, 2019). Oleh sebab itu perlu di perkuat dengan tulangan baja terutama pada daerah serat tariknya.

Adapun fungsi plat lantai adalah sebagai berikut :

1. Memisahkan ruang atas dan ruang bawah
2. Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas
3. Untuk meletakkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah
4. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah
5. Menambah kekuatan bangunan pada arah horizontal

Plat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan waterpas (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), agar terasa mantap dan enak saat di jadikan pijakan kaki. Ketebalan plat lantai di tentukan oleh beban yang harus di dukung, besar lendutan yang di ijinakan, lebar bentangan atau jarak antar balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari plat lantai. Pada plat lantai hanya di perhitungkan adanya beban tetap saja (penghuni, perabotan, berat lapis tegel, berat sendiri plat) yang bekerja secara tetap dalam waktu lama. Sedangkan beban tak terduga seperti gempa, angin, getaran tidak di perhitungkan (Pramita et al., n.d.);(Pramita et al., 2017);(Pramita & Sari, 2020).

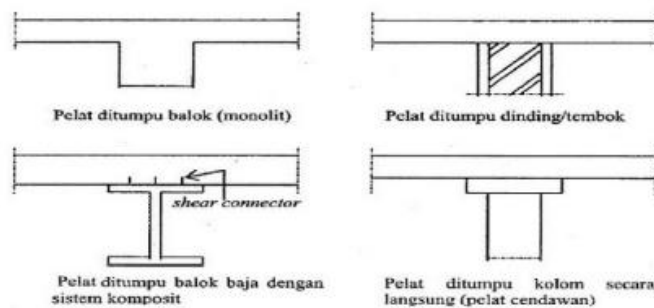
Plat lantai umumnya di cor di tempat bersama-sama balok penumpu dan kolom pendukungnya. Dengan demikian akan di peroleh hubungan yang kuat yang menjadi satu kesatuan, hubungan ini di sebut jepit-jepit, tulangan plat lantai harus dikaitkan kuat pada tulangan balok penumpu. Perencanaan dan hitungan plat lantai dari beton harus mengikuti persyaratan yang tercantum dalam buku SNI beton (Phelia & Sinia, 2021);(Phelia, Pramita, Misdalena, et al., 2021);(Safuan, 2014). Penulangan pelat yang di rencanakan untuk menahan beban-beban gravitasi yang biasanya merupakan suatu kesatuan struktur balok dan lantai berperilaku cukup baik sebagai penahan beban lentur dan sebagai diafragma horisontal untuk menyebarkan gaya-gaya gempa. Untuk menghindari lenturan yang besar, maka bentangan plat lantai jangan di buat terlalu lebar, untuk itu dapat di buat balok-balok sebagai tumpuan yang juga berfungsi menambah kekuatan plat. Bentangan plat yang besar juga akan menyebabkan plat tebal dan jumlah tulangan yang di butuhkan akan menjadi lebih banyak, itu berarti berat bangunan akan menjadi lebih besar dan harga persatuan luas akan menjadi mahal (Phelia, Pramita, Susanto, Widodo, Aditomo, et al., 2021b);(Phelia & Damanhuri, 2019);(Phelia, Pramita, Susanto, Widodo, Aditomo, et al., 2021a). Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Penulangan pelat yang di rencanakan untuk menahan beban-beban gravitasi yang biasanya merupakan suatu kesatuan struktur balok dan lantai berperilaku

cukup baik sebagai penahan beban lentur dan sebagai diafragma horizontal untuk menyebarkan gaya gempa. Untuk tulangan pelat diameter minimum yang di gunakan adalah 8mm. Tulangan tarik minimum pada setiap arah dan pada kedua sisi harus sebesar 0,15% untuk tulangan mutu tinggi dan 0,25% untuk baja lunak (Phelia, Pramita, Susanto, Widodo, & Tina, 2021);(Pratiwi & Fitri, 2021a);(Pratiwi et al., 2020).

Di dalam konstruksi beton bertulang pelat di pakai untuk mendapatkan permukaan datar yang berguna. Sebuah pelat beton bertulang merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal, dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau biasanyanya pelat di cor dengan satu kesatuan dengan gelagar tersebut, oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom, atau tertumpu secara menerus oleh tanah (PRATIWI et al., 2021);(Pratiwi, 2020);(Pratiwi & Fitri, 2021b).

Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut di tumpu oleh balok-balok dengan berbagai sistem sebagai berikut :

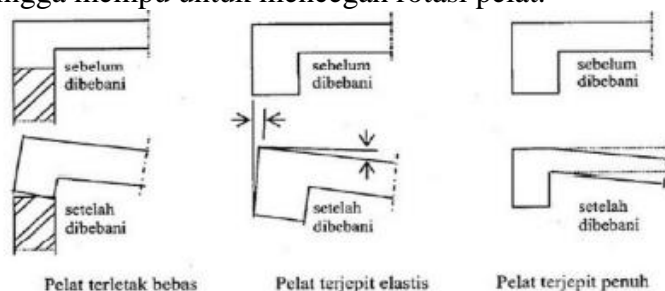
1. Monolit, yaitu pelat dan balok di cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan. tumpu dinding-dinding atau tembok bangunan.
2. Di dukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
3. Di dukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.
4. Penumpuan pelat dapat di lihat pada gambar 2.1 seperti berikut ini:



Gambar 1. Penumpuan Pelat

Jenis-jenis perletakan pelat pada balok antara lain :

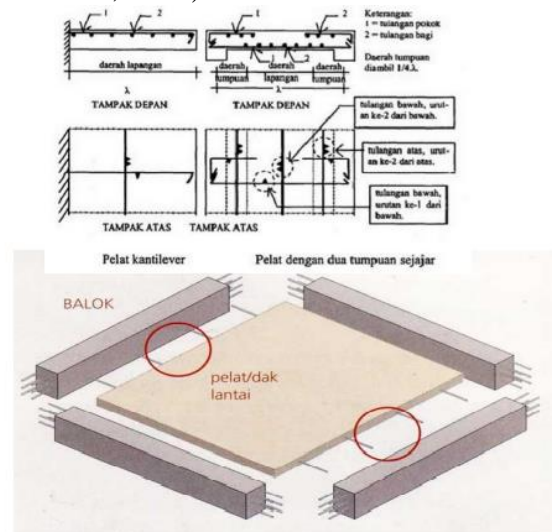
1. Terletak bebas Jika pelat di letakan begitu saja di atas balok, atau antar pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.
2. Terjepit elastis Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi.
3. Terjepit penuh Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar sehingga mampu untuk mencegah rotasi pelat.



Gambar 2. Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

Penulangan Pelat Satu Arah

Pelat dengan tulangan pokok satu arah ini dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja (Pratiwi et al., 2021);(Fitri, Maulud, et al., 2021);(Fitri et al., 2019).



Gambar 3. Pelat Dengan Penulangan Satu Arah

Karena momen lentur hanya bekerja pada satu arah saja yaitu searah dengan bentang λ , maka tulangan pokok juga di pasang satu arah yang searah bentang λ tersebut. Untuk menjaga kedudukan tulangan pokok pada saat pengecoran beton tidak berubah dari tempat semula, maka di pasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok. Tulangan tambahan ini di sebut tulangan bagi (Fitri, Chen, et al., 2021);(Fitri et al., 2015);(Fitri, Shubhi, et al., 2021). Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok di pasang dekat tepi luar beton, sedangkan tulangan bagi di pasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok

Bondek

Bondek adalah baja galvanis yang memiliki daya tahan tinggi dan berfungsi ganda dalam konstruksi plat beton, yakni sebagai penyangga permanen juga sebagai penulangan searah positif dengan ketebalan 0,75- 1 mm, dengan lebar 60 cm sedangkan panjang tergantung permintaan, tetapi dibatasi maksimum 12 meter (Fitri, Yao, et al., 2021);(Fitri et al., 2011);(Fitri, Rossi, et al., 2021).

Spesifikasi bondek Bahan dasar : Baja lapis galvanis dengan tegangan leleh 5.500 kg/cm² di proses secara hot di galvanized. Ketebalan bahan : 0.75 mm – 1.00 mm Kekuatan tarik : 550 Mpa Berat bondek dapat di lihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Berat bondek

Tebal mm	Berat m2
0,75	6,95
0,8	7,4
1	9,5

Lebar efektif : 1000 mm
Tinggi gelombang : 50mm - 55 mm
Panjang : mak 12 m

Penggunaan bondek akan memberikan keuntungan bagi struktur secara keseluruhan karena penghematan dalam penggunaan formwork dan beton. Bondek ini berfungsi antara lain sebagai lantai kerja sementara, sebagai bekisting tetap dan tulangan positif. Bondek juga memberikan keuntungan yang lain yaitu dari segi waktu pelaksanaan konstruksi yang lebih cepat yaitu mencapai 400m²/hari/kelompok (3-4 orang) dan menghemat dalam pemakaian perancah dan tiang-tiang penyangga. Pemasangan panel bondek pada pelat beton diletakkan melintang (pada arah memendek) (Fitri et al., 2020);(F. Lestari et al., 2021b);(F. Lestari & Puspaningrum, 2021).

Pada umumnya panel diletakkan minimum $\pm 2,5$ cm kedalam bekisting balok. Pelat-pelat lantai dan atap yang terdiri dari panel-panel lantai baja (steeldeck panels), yang berfungsi baik sebagai cetakan maupun sebagai tulangan bagi beton yang terletak di atasnya, telah banyak dipakai pada bangunan-bangunan yang rangka utamanya terdiri dari konstruksi baja atau konstruksi komposit. Satu hal yang perlu dicatat ialah bahwa luas penampang dari lantai baja yang berfungsi sebagai tulangan ini di distribusikan pada sebagian dari tinggi pelat melalui suatu cara yang bergantung pada bentuk dari lantai baja tersebut (F. P. A. Lestari et al., 2018);(F. Lestari, Purba, et al., 2018);(Kusuma & Lestari, 2021b). Hal yang lebih penting lagi ialah kenyataan bahwa keberhasilannya lantai baja tersebut berfungsi sebagai perkuatan pelat seluruhnya tergantung pada kemampuan ikatan antara kedua material tersebut pada permukaan pertemuannya. Seperti juga halnya pada batang tulangan yang berfungsi sebagai penulangan, biasanya bahan-bahan ikatan kimiawi saja tidak cukup untuk dapat menjamin terbentuknya lekatan yang kuat. Berdasarkan alasan ini, untuk memperkuat ikatan tersebut dipakai berbagai-bagai alat yang dikenal dengan sebutan alat penyalur gaya geser (Setiawan et al., 2017);(F. Lestari & Aldino, 2020);(F. Lestari, Setiawan, et al., 2018). Pada kebanyakan kasus, alat-alat ini terdiri dari tonjolan-tonjolan yang mempunyai jarak antara yang dekat sekali. Alat-alat ini bekerja dalam cara yang sama seperti fungsi dari batang bersirip dalam memperbesar kekuatan lekatnya. Disamping itu alat ini juga harus mampu melawan kecenderungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertikal. Tonjolan-tonjolan dapat melakukan tugas ini dengan jalan dimiringkan kearah horizontal, sehingga dapat memikul kedua gaya horizontal (ikatan) dan gaya-gaya vertikal (gaya yang berusaha memisahkan baja dan beton). Pada jenis lantai baja lainnya, pada bagian dari atas rusuk-rusuk lantai tersebut dilas kawat-kawat baja dalam arah transversal dengan jarak antara yang dekat sekali sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pada saat dibebani pelat-pelat lantai dengan baja komposit ini akan mengalami keruntuhan lentur melalui suatu cara yang tidak banyak berbeda dibandingkan dengan keruntuhan lentur dari pelat-pelat biasa, atau melalui hilangnya ikatan antara lantai baja tersebut dengan beton (LESTARI, 2018);(F. Lestari, 2015);(Yao et al., 2021). Keadaan ini dikenal sebagai keruntuhan lekatan geser, dan justru kekuatan lekat geser inilah yang menjadi suatu problem khusus dari pelat-pelat komposit. Gambar bondek dapat di lihat pada gambar 1 seperti berikut ini :



Gambar 4. Baja bergelombang / bondek (steeldeck panels)

Secara umum pasang bondek ada 2 cara :

1. Teknik perkotak/ ruangan Pada teknik ini biasanya pengecoran dak/lantai di dengan mengecor balok utama, maka cara pemasangan bondek /potongannya disesuaikan dengan perkotak/ruangan, teknik pembondekan perkotak, kita ambil contoh lebar balok utama misalkan dibuat 20cm, dari kolom A ke B $p= 4,20m$,maka potongan panjang bondek menjadi 4,25m, pada teknik ini pemasangan bondek membutuhkan waktu yang agak lama dibanding dengan teknik bondek diatas balokan/potongan bondek terpanjang.
2. Teknik pembondekan diatas balok utama Maksudnya semua balok baik balokan Utama maupun balokan anak sudah dicor terlebih dahulu, kemudian bondek dan wire mesh dipasang diatasnya/digelar. Pada Teknik ini pengerjaannya lebih cepat dari pada teknik perkotak/ruangan, sebab bondek dipasang langsung melewati minimal 3 balokan.

Kelebihan dan kekurangan Plat Bondek

Beberapa keuntungan dari penggunaan plat baja komposit (bondek), antara lain :

1. Profil plat lantai dengan bentuk gelombang yang kokoh dan adanya tonjolan (embossment) yang terdapat di setiap sisi-sisi rusuk (atas dan miring) memberikan sifat monolit yang baik antara plat lantai dengan beton dan juga memiliki kapasitas yang besar dalam mendukung beban-beban yang bekerja (F. Lestari, 2020);(F. Lestari et al., 2021a);(Prasetio et al., 2020).
2. Transportasi yang ringkas plat lantai baja ini dapat dipesan sesuai dengan panjang yang diperlukan diusahakan panjang maksimum 12m.
3. Cepat dan mudah dalam pemasangan pemasangan plat lantai ini dapat menutupi area yang luas karena pemasangan lembarannya dapat langsung menutupi 2 sampai 3 bentang dan dilakukan dengan waktu yang singkat. Dengan begitu dapat menghemat perancah dan tiang-tiang penyangga (Kusuma & Lestari, 2021a);(Zhu, Tan, et al., 2021);(Tan et al., 2021).
4. Tiang penyangga sementara btang penyangga sementara ini diperlukan untuk meniadakan lendutan panel plat lantai pada saat umur beton masih basah. Tiang penyangga dapat dilepas setelah beton berumur 7 sampai 14 hari. Pembebanan penuh pada plat lantai komposit ini dapat diberikan setelah umur beton mencapai 28 hari dimana kekuatan beton telah tercapai.
5. Ketahanan terhadap kebakaran berdasarkan pengujian bahwa tingkat ketahanan api pada lantai komposit ini dapat mencapai dua jam dengan stabilitas dan integritas yang baik.

Selain keuntungan di atas penggunaan plat lantai bondek juga memiliki kekurangan, antara lain :

1. Tidak bisa diterapkan pada sisi tepi gedung (plat lantai kantilever)
2. Perlu pengaturan yang bagus agar tidak banyak sisa meterial bondek terbuang.
3. Harga bondek sangat terpengaruh dengan perkembangan baja, jadi perlu dihitung segi efisiennya jika dibandingkan dengan menggunakan bekisting ply wood.

Jenis-Jenis Pembebanan

Pembebanan pada struktur ada dua macam yaitu:

1. Beban statis
2. Beban Dinamik

Beban Statis

Beban statis adalah beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan. Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung 1983 (PPIUG 1983) adalah sebagai berikut :

1. Beban mati (dead load/DL)

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengannya.

2. Beban hidup (life load/LL)

Beban hidup adalah semua beban yang tidak tetap, kecuali beban angin, beban gempa dan pengaruh-pengaruh khusus yang diakibatkan oleh selisih suhu, pemasangan (erection), penurunan pondasi, susut, dan pengaruh-pengaruh khusus lainnya. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur (Shi et al., 2021);(Zhu, Shi, et al., 2021). Beban hidup diperhitungkan berdasarkan perhitungan matematis dan menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung dari banyak faktor. Oleh karena itu faktor pengali pada beban hidup lebih besar jika dibandingkan dengan faktor pengali pada beban mati.

3. Beban dinamik

Beban dinamik adalah beban dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat. Beban dinamis ini terdiri dari beban gempa dan beban angin.

a. Beban Gempa

Gempa bumi adalah fenomena getaran yang dikaitkan dengan kejutan pada kerak bumi. Beban kejutan ini dapat disebabkan oleh banyak hal, tetapi salah satu faktor utamanya adalah benturan/pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Lokasi gesekan ini disebut fault zone, kejutan tersebut akan menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar. Pada saat bangunan bergetar timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan dari massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dari gerakan. Gaya yang timbul disebut gaya inersia, besar gaya tersebut bergantung pada banyak faktor yaitu:

- Massa bangunan
- Pendistribusian massa bangunan
- Kekakuan struktur
- Jenis tanah
- Mekanisme redaman dari struktur
- Perilaku dan besar alami getaran itu sendiri
- Wilayah kegempaan
- Periode getar alami

faktor-faktor yang berpengaruh antara lain:

- Faktor Keutamaan Struktur (I)
- Faktor Reduksi Gempa (R)
- Faktor Respon Gempa (C)

b. Beban Angin Berdasarkan Peraturan Muatan Indonesia 1971, muatan angin diperhitungkan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/m².

Bekisting atau Perancah

Bekisting merupakan struktur sementara yang berfungsi sebagai alat bantu dalam membentuk beton dimana perkembangannya sejalan dengan perkembangan beton itu sendiri. Bekisting berfungsi sebagai acuan untuk mendapatkan bentuk profil yang diinginkan serta sebagai penampung dan penumpu sementara beton basah selama proses pengeringan. Dengan adanya inovasi teknologi dalam bidang bekisting, saat ini produksi dilakukan oleh pabrik dengan disain sedemikian rupa sehingga bekisting mudah dibongkar, dipasang serta memungkinkan untuk dimanfaatkan lebih dari satu kali. Proses pengeringan beton saat ini relative lebih cepat dibandingkan pada masa lalu. Hal ini disebabkan karena telah ditemukannya zat tambah yang dapat dimanfaatkan untuk mengatur kecepatan mengerasnya beton. Proses pembongkaran bekisting bergantung pada kecepatan mengerasnya beton dan baru dibongkar setelah dinyatakan aman. Pembuatan dan pemasangan bekisting tergantung dari banyak faktor yang mempengaruhi yaitu bahan yang tersedia atau yang diperlukan, cara dan pengadaan tenaga kerja, tuntutan akan hasil pengerjaan yang dibutuhkan terutama dalam hal akurasi dan kerapian serta biaya alat-alat yang digunakan. Dalam pembuatan bekisting harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kualitas material bekisting yang digunakan harus dapat menghasilkan permukaan beton yang baik.
2. Cukup kuat karena bekisting akan menampung beton basah disamping bebanbeban lain saat pengecoran. Dengan begitu diharapkan tidak terjadi lendutan atau lenturan ketika beton dituang.
3. Sedikit pembuangan agar bisa dipakai untuk keperluan pembekistingan yang lainnya dapat dipasang dengan mudah dan cepat.
4. Mudah dibongkar tanpa mengadakan sentakan sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada struktur beton saat dilakukan pembongkaran bekisting.
5. Memperhatikan faktor ekonomis dari bekisting agar mampu mereduksi biaya. Pelekatan beton pada bekisting dapat dihindari dengan melumasi penampang bekisting yang bersentuhan itu dengan minyak bekisting. Namun, pemakaian minyak bekisting tidak boleh terlalu banyak karena dapat mengubah warna permukaan beton. Apabila papan (kayu) bekisting dikerjakan dengan sederhana, maka papan itu dapat digunakan sekitar 3 sampai 5 kali. Sedangkan untuk balok persegi dan bulat dapat dipakai sekitar 7 sampai 10 kali. Bekisting hendaknya disusun sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan lagi pada kesempatan lain

Wiremesh

Merupakan material jaring kawat baja pengganti tulangan pada pelat yang fungsinya sama sebagai tulangan. Pada wiremesh selain memiliki kekuatan yang sama namun dari segi pemasangan lebih praktis dan murah dibandingkan dengan tulangan konvensional. Keuntungan utama dalam menggunakan Jaringan Kawat Baja Las atau wiremesh adalah mutunya yang tinggi dan konsisten yang terjamin bagi perencana, pemilik dan pemborong, dibandingkan dengan cara penulangan pelat lainnya. Karena semua kawat ditarik dan di uji dengan seksama, mutu bahan yang dipakai telah terjamin Proses penarikan kawat tersebut akan menghasilkan kawat dengan penampang yang sangat merata. Keseragaman yang sama itu tidak akan mungkin terdapat pada batang-batang canaian panas (besi beton) ketika kawat dilas kedalam jaringan kawat baja las BRC, di dudukan tepat pada tempatnya, jadi jaringan akan selalu dilengkapi dengan jumlah kawat yang benar. Dengan demikian, perencanaan terjamin dan penelitian di tempat kerja dapat dikurangi.

Untuk membuat pelat yang ringan, tipis tetapi kuat yaitu dengan menggunakan tulangan baja berupa kawat baja las/wiremesh Penggunaan tulangan baja ini dimaksudkan untuk memperbesar kuat lentur pelat karena kawat baja ini mempunyai kuat tarik yang tinggi dan berbentuk seperti jala yang sangat memudahkan pada saat pemasangan, serta harga relatif lebih murah dan material lebih ringan. Mutu yang tinggi dari Jaringan Kawat Baja Las BRC memungkinkan yang di tetapkan sebelumnya. memenuhi standart kelas U-50, menghasilkan penghematan biaya yang sangat berarti. Dengan menggunakan tegangan ijin yang di usulkan sebesar 2.900 kg/cm tersebut. Kita dapat memperoleh penghematan sampai separuh dari banyaknya penulangan. Dengan Perhitungan Harga Per kg jaringan kawat baja las BRC yang lebih tinggi, biasanya tetap terdapat penghematan biaya yang cukup berarti pada kebanyakan proyek. Selain penghematan, juga waktu pasang dihematkan, karena Jaringan Kawat Baja La BRC di serahkan di tempat kerja dengan kawat telah di las tepat pada jarak-jarak yang di tetapkan sebelumnya

METODE PENELITIAN

Dalam metode pelaksanaan pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pembagian data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data Primer diperoleh dari data berikut:
 - a. Pengamatan langsung di lapangan (lokasi proyek)
 - b. Penjelasan langsung dari pembimbing lapangan selama kerja praktik
 - c. Interview di lapangan selama kerja praktik
 - d. Pengambilan dokumentasi di lapangan selama kerja praktik
2. Data Sekunder diperoleh dari data berikut:
 - a. Pengambilan data berupa gambar teknis atau gambar kerja dan RKS (Rencana Kerja dan Syarat-syarat) pada PT. Alvin Akbar Konstruksindo.
 - b. Pengambilan data bersumber dari buku atau bahan literature yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulangan pelat lantai

Tahap penulangan pelat lantai adalah sebagai berikut :

1. Dipasang tulangan bawah lapis 1 diatas beton decking dengan ketebalan 2cm. Tulangan ini dipasang melewati tulangan atas balok.
2. Dipasang tulangan bawah lapis 2 diatas lapis 1 dengan arah tegak lurus lapis 1 kemudian persilangan tulangan diikat dengan kawat bwto.
3. Untuk mendapatkan jarak tertentu antara tulangan atas dan bawah dipasang tulangan kaki ayam yaitu potongan besi yang dipotong sedemikian rupa sehingga dapat menjaga jarak antara tulangan atas dengan tulangan bawah pelat.
4. Tulangan atas lapis 2 dipasang tegak lurus dengan tulangan dengan tulangan atas lapis Persilangan tulangan atas diikat dengan kawat beton. Adapun tulangan yang digunakan pada pekerjaan pembesian/penulangan pelat pada proyek ini adalah langsung menggunakan besi Wm 8 mm.

Pengawasan Pekerjaan Plat Lantai

Mengecek apakah decking beton sudah terpasang dengan benar, pengecekan pemasangan kursi tulangan agar mengatur jarak antar tulangan atas dan bawah, mengecek apakah perancah bangunan sudah terpasang dengan baik, Memastikan ukuran dimensi pembesian

sesuai dengan yang ada pada gambar kerja, pengecekan pembesian pada plat lantai, dan pengecekan bekisting kolom serta monitoring pengecoran pada kolom

Alat – alat yang di perlukan

1. Gambar perencanaan pekerjaan plat yang telah di buat oleh perencana
2. Alat ukur
3. Alat tulis

Cara pelaksanaan

1. Melakukan pengawasan pada saat pembuatan plat lantai kemudian mengecek kesesuaian hasil di lapangan dengan gambar yang sudah di rencanakan dengan cara mengukur ketebalan plat menggunakan alat ukur Memastikan decking beton dan kursi tulangan agar plat dapan memikul beban yang sudah di rencanakan dengan maksimal
2. Mengecek pembesian plat apakah sudah sesuai dengan yang di rencanakan
3. Memastikan sengkang sudah sesuai dengan yang ada pada gambar perencanaan pekerja plat lantai
4. Pengecekan bekisting plat lantai sebelum pengecoran
5. Monitoring pengecoran plat lantai

Pengawasan Pekerja Plat Lantai

Membuat video yang menggambarkan situasi di lapangan tentang progress pembangunan proyek DJBC, pembuatan video ini bertujuan untuk mengecek progress yang diinginkan apakah sudah sesuai time schedule.

Alat – alat yang di perlukan

Handphone atau kamera Laptop Cara pelaksanaan Pengambilan foto hasil progres pekerjaan di lapangan Melaporkan kepada pembimbing pekerjaan apa saja yang sudah dilaksanakan di lapangan

Hasil

Tujuan dari pembuatan video dokumentasi ini adalah untuk mengetahui sejauh mana progres pekerjaan yang sudah di kerjakan di lapangan.



Gambar 5. Pengambilan Video Pelaksanaan Pengecoran

Mapping Pembesian dan Pengecoran

Mapping adalah suatu kegiatan untuk melihat hasil pekerjaan pembesian dan pengecoran di lapangan kemudian menandai pekerjaan yang sudah selesai dilakukan pada gambar denah yang kemudian akan di laporkan kepada pembimbing. Mapping dilakukan setiap hari yang

bertujuan untuk mengetahui berapa banyak material yang diperlukan serta dapat juga mengetahui apakah ada material yang kurang.

a. Alat – alat yang di perlukan

Alat tulis Gambar denah Cara pelaksanaan

b. Menghitung berapa banyaknya pembesian dan pengecoran yang sudah di kerjakan perharinya Menandai bagian mana saja yang sudah di selesaikan pada denah yang dibawa Melaporkan hasil pengawasan kepada pembimbing kerja praktek

Hasil

Hasil dari monitoring pembesian dan pengecoran berupa data banyaknya pekerjaan yang sudah di selesaikan berikut juga lokasi pengerjaannya Yang bertujuan untuk mengetahui progres pekerjaan serta kesesuai waktu pekerjaan.bertujuan untuk mengetahui berapa banyak material yang diperlukan serta dapat juga mengetahui apakah ada material yang kurang.

a. Alat – alat yang di perlukan

Alat tulis Gambar denah

b. Cara pelaksanaan

1. Menghitung berapa banyaknya pembesian dan pengecoran yang sudah di kerjakan perharinya.
2. Menandai bagian mana saja yang sudah di selesaikan pada denah yang dibawa
3. Melaporkan hasil pengawasan kepada pembimbing kerja praktek

Hasil dari monitoring pembesian dan pengecoran berupa data banyaknya pekerjaan yang sudah di selesaikan berikut juga lokasi pengerjaannya (zona). Yang bertujuan untuk mengetahui progres pekerjaan serta kesesuai waktu pekerjaan



Gambar 6. pemasangan bekisting pelat



Gambar 7. mengikat pelat lantai dengan balok



Gambar 8. Pembersihan area pelat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dibahas, didapatkan kesimpulan diantaranya:

1. Penulangan pelat dipasang tulangan bawah lapis 1 diatas beton decking dengan ketebalan 2cm. Tulangan ini dipasang melewati tulangan atas balok.
2. Penulangan pelat dipasang tulangan bawah lapis 2 diatas lapis 1 dengan arah tegak lurus lapis 1 kemudian persilangan tulangan diikat dengan kawat bwto.
3. Untuk mendapatkan jarak tertentu antara tulangan atas dan bawah dipasang tulangan kaki ayam yaitu potongan besi yang dipotong sedemikian rupa sehingga dapat menjaga jarak antara tulangan atas dengan tulangan bawah pelat.
4. Tulangan atas lapis 2 dipasang tegak lurus dengan tulangan dengan tulangan atas lapis 1. Persilangan tulangan atas diikat dengan kawat beton. Adapun tulangan yang digunakan pada pekerjaan pembesian/penulangan pelat pada proyek ini adalah langsung menggunakan besi Wm 8 mm.

REFERENSI

- 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>
- Al-Ayyubi, M. S., Sulistiani, H., Muhaqiqin, M., Dewantoro, F., & Isnain, A. R. (2021). Implementasi E-Government untuk Pengelolaan Data Administratif pada Desa Banjar Negeri, Lampung Selatan. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 12(3), 491–497. <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v12i3.6704>
- 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., Hasan, Z. A., & Ghani, A. A. (2011). *Determining the Effectiveness of Harapan*

Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort. November 2014.

- 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., Hashim, R., Song, K. Il, & Motamedi, S. (2015). Evaluation of Morphodynamic Changes in the Vicinity of Low-Crested Breakwater on Cohesive Shore of Carey Island, Malaysia. *Coastal Engineering Journal*, 57(4), 1–27.
<https://doi.org/10.1142/S0578563415500230>
- 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. (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.
- 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., Shubhi, M., Hadie, N., Agustina, A., Pratiwi, D., Pramita, G., & Ali, S. H. R. (2021). *Analyses of flood peak discharge in Cimadur river basin , Banten Province , Indonesia*. 08006, 0–5.
- Fitri, A., Yao, L., Pratiwi, D., Phelia, A., Susarman, Dewantoro, F., Safitri, D., & Maulud, K. N. A. (2021). Effectiveness of a ground sill 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., & 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. 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.*
- 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 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. (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 HYDROGRAPH (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.*
- 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>