

PEKERJAAN STRUKTUR BALOK DAN PELAT LANTAI PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL FAVE SEMARANG

¹Nurul Hidayah, ²Farida Yudaningrum, S.T., M.T.

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

¹Email : nurulhidayah130402@gmail.com

²Email : faridayudaningrum@upgris.ac.id

Abstrak

Pekerjaan Struktur Balok dan Pelat Lantai Proyek Pembangunan Hotel Fave Semarang menggunakan metode pelaksanaan yang didalamnya terdapat berbagai rangkaian kegiatan pelaksanaan konstruksi yang telah dirancang dan mengikuti prosedur sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pekerjaan yang telah diamati selama dua bulan terfokus pada pelaksanaan pekerjaan Balok dan Pelat Lantai Hotel Fave Semarang. Tahapan yang dilakukan diantaranya: Tahap Persiapan, Tahap Pembekistingan, Tahap Penulangan, Tahap Pengecoran Balok dan Pelat Lantai, Tahap Pembongkaran Bekisting, Tahap Perawatan. Pada Proyek Pembangunan Hotel Fave Semarang terdapat enam tipe balok (B1, B2, B3, BA1, BA2, BK) dengan tulangan dengan tulangan utama D16 dan D19, sengkang $\phi 10$ untuk tumpuan dan lapangan. Plat lantai menggunakan tulangan utama D10- 150mm. Spesifikasi beton yang digunakan yaitu mutu beton K-300 dengan nilai slump 10 ± 2 cm. Untuk menjamin kualitas struktur bangunan perlu dilakukan pengawasan pekerjaan dan pengendalian mutu. Pada pelaksanaan pekerjaan tentunya tidak luput dari permasalahan dan perlu dilakukan solusi dengan melihat kondisi di lapangan dan sesuai dengan prosedur kerja.

Kata Kunci : Balok, Plat Lantai, Pelaksanaan Pekerjaan, Pengendalian Mutu, Permasalahan dan Solusi.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring berkembangnya pariwisata dan pesatnya kemajuan di suatu daerah, membuat para pebisnis berlomba-lomba untuk mendirikan hotel atau penginapan. Kota Semarang yang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah sekaligus kota metropolitan pun menjadi incaran para pebisnis untuk meningkatkan usahanya. Dalam meningkatkan mobilitas orang-orang yang datang ke Kota Semarang baik hanya untuk berpariwisata, urusan bisnis, maupun yang lainnya, maka Proyek Pembangunan Hotel Fave juga nantinya akan memenuhi kebutuhan tempat tinggal sementara yang berfungsi untuk hunian sementara bagi pendatang maupun wisatawan.

Hotel Fave yang berlokasi di Jl. Durian Raya No.14 Srandol Wetan, Kec. Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah 50263 merupakan hotel swakelola oleh PT. Rosivan Nusa Sejahtera yang mulai dibangun pada Oktober 2023- Juli 2025. Pembangunan yang sedang dilaksanakan yaitu pembangunan dengan 6 (enam) lantai gedung dan 1 (satu) lantai atap.

Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan pelaksanaan Kerja Praktek bagi mahasiswa Teknik Sipil yaitu sebagai berikut:

1. Menambah ilmu pengetahuan, wawasan serta pengalaman mahasiswa, khususnya pada dunia konstruksi.
2. Mahasiswa mampu mengembangkan ilmu teori yang didapatkan pada saat pembelajaran di kelas dengan ilmu pada dunia kerja atau di lapangan.

3. Mahasiswa mampu mengetahui permasalahan yang timbul serta mencari solusi dari masalah- masalah yang timbul pada saat di proyek.

II. METODE PENELITIAN

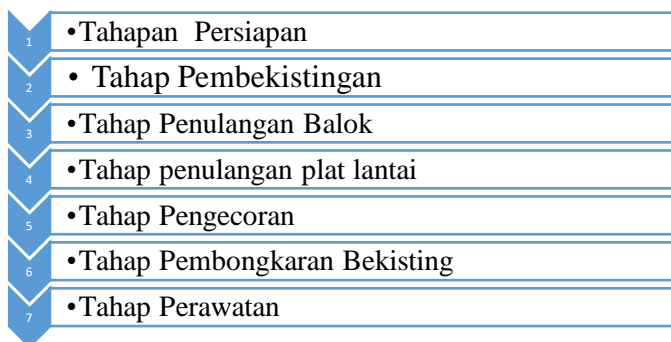
Metode yang digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan ini yaitu sebagai berikut:

1. Metode Observasi (Pengamatan), yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap proses pekerjaan yang berlangsung di proyek Pembangunan Hotel Fave Semarang.
2. Metode Interview (Wawancara), yaitu dengan proses tanya jawab kepada semua pihak yang bearda di lokasi proyek.
3. Metode Pustaka (Literatur), yaitu pencarian data dan inormasi yang dibutuhkan melalui internet, jurnal atau buku.
4. Metode Instrumen, pelaksanaan penyusunan laporan yang dilakukan dengan memerlukan alat bantu seperti kamera dan alat tulis pada setiap pekerjaan yang di amati di lokasi proyek.

III. PEMBATASAN MASALAH

Dalam penulisan laporan kerja praktik ini dititik beratkan pada pekerjaan struktur balok dan plat lantai. Balok merupakan bagian struktur bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang. Sedangkan plat lantai merupakan struktur yang bukan berada diatas tanah secara langsung karena struktur ini dibingkai oleh balok beton yang kemudian ditopang oleh kolom.

Tahapan Pelaksanaan Pembangunan



Gambar 1. Bagan Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Balok dan Plat Lantai

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Umum

- a. Nama Proyek : Proyek Pembangunan Fave Hotel
- b. Lokasi Proyek : Jl. Durian Raya No.14 Srandol Wetan, Kec.
Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah 50263
- c. Nilai Kontrak : Rp. 59.389.948.843,00

- d. Pemilik Proyek : PT. Rosivan Nusa Sejahtera
- e. Sumber Dana : PT. Rosivan Nusa Sejahtera
- f. Waktu Pelaksanaan : 22 Bulan (Oktober 2023- Juli 2025)
- g. Kontraktor Pelaksana : PT. Kemiko Savitri Sejahtera
- h. Konsultan Perencana : PT. Bangun Setai Duta Jaya
- i. Konsultan Supervisi : Dodot Sri Wigati, S.T. dan Team

2. Data Teknis

- a. Jumlah Lantai : 6 lantai bangunan, 1 lantai atap
- b. Fungsi Bangunan : Hotel
- c. Mutu Beton : K-300
- d. Pondasi : Borepile

1. Pedoman Pelaksanaan Pekerjaan

Dasar-dasar dalam pelaksanaan pekerjaan yang akan dilaksanakan harus menggunakan pedoman-pedoman yang berfungsi sebagai acuan kerja supaya pekerjaan dapat berjalan dengan lancar dan selesai sesuai dengan yang sudah direncanakan, meliputi:

1. Gambar kerja (Shop Drawing) yang sudah disetujui oleh pihak kontraktor dan pihak konsultan pengawas.
2. Rencana kerja dan syarat-syarat umum mengenai proyek yang tercantum dalam dokumen kontrak.
3. Peraturan-peraturan umum mengenai pekerjaan konstruksi yang berlaku.

A. Balok

Pekerjaan balok merupakan pekerjaan beton bertulang yang direncanakan untuk menahan tegangan tarik yang diakibatkan oleh beban lentur. Penulangan balok terdiri dari tulangan pokok D16 dan D19 dan sengkang (beugel) ϕ 10-125. Pada proyek pembangunan Hotel Fave Semarang menggunakan beberapa jenis balok yaitu diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1. Balok 1 : 35 x 70 cm
- 2. Balok 2 : 30 x 60 cm
- 3. Balok 3 : 35 x 60 cm
- 4. Balok anak 1 : 20 x 40 cm
- 5. Balok anak 2 : 20 x 40 cm
- 6. Balok kantilever : 20 x 40 cm

CHECKING DETAIL PENULANGAN BALOK			KETERANGAN	
	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN		STATUS
BALOK 1			DETAIL BALOK TYPE B1 70X35	
			TUL. TARIK	5-D19
			TUL. PINGGANG	2-D13
			TUL. BEGEL	Ø10
			TUL. TEKAN	5-D19
BALOK 2			DETAIL BALOK TYPE B2 60X30	
			TUL. TARIK	7-D19
			TUL. PINGGANG	2-D13
			TUL. BEGEL	Ø10
			TUL. BAWAH	4-D19
BALOK 3			DETAIL BALOK TYPE B3 60X35	
			TUL. TARIK	6-D19
			TUL. PINGGANG	2-D13
			TUL. BEGEL	Ø10
			TUL. BAWAH	4-D19
BALOK ANAK 1			DETAIL BALOK ANAK 1 40X20	
			TUL. ATAS	3-D16
			TUL. TARIK	2-D16
			TUL. BEGEL	Ø10
			TUL. BAWAH	3-D16
BALOK ANAK 2			DETAIL BALOK ANAK 2 40X20	
			TUL. ATAS	3-D16
			TUL. BEGEL	Ø10
			TUL. PINGGANG	2-D12
			TUL. BAWAH	3-D16
BALOK KANTILEVER			DETAIL BALOK KANTILEVER 40X20	
			TUL. ATAS	3-D12
			TUL. BEGEL	Ø10
			TUL. PINGGANG	Ø12
			TUL. BAWAH	3-D12

Gambar 2. Detail Penulangan Balok

B. Plat Lantai

Plat lantai merupakan struktur yang pertama kali menerima beban, baik itu beban mati maupun beban hidup yang kemudian menyalurkannya ke sistem struktur rangka yang lain. Pelat juga merupakan salah satu elemen struktur yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser. Pada proyek pembangunan Hotel Fave Semarang dikerjakan pekerjaan plat lantai secara konvensional dengan menggunakan BJTS (D10-150) dan mutu beton K-300 dengan nilai slump 10 ± 2 cm dan tebal plat 12 cm. Dimensi dan tulangan menyesuaikan dengan kondisi pembebanan dan perhitungan perencanaan.

Pelaksanaan Pekerjaan Balok dan Plat Lantai

1. Tahap Persiapan
 - a. Pemahaman dalam pembacaan gambar shop drawing yang dimana berisi dokumen dengan detail informasi dari pekerjaan yang akan dilakukan.
 - b. Penentuan tinggi elevasi balok dan plat lantai harus dilakukan secara teliti agar didapat elevasi yang sama antar balok dan plat lantai
 - c. Mempersiapkan komponen-komponen dari *scaffolding* yang diantaranya ada *jack base*, *main frame*, *joint pin*, *ladder frame*, *U-head*, dan *cross brace*.
 - d. Pemotongan dan pembengkokan besi dilakukan sesuai kebutuhan dengan menggunakan *bar cutter* dan *bar bending*.
2. Tahap Pembekistingan
 - a. Pemasangan *Scaffolding*
 - 1.) Pemasangan jack base sesuai dengan titik-titik antara as balok.
 - 2.) Kemudian dilanjutkan dengan penyetalan kerangka *main frame*.
 - 3.) Pemasangan cross brace agar perancah dapat berdiri dengan kokoh.

- 4.) Apabila ketinggian dari main frame dirasa kurang, barulah dilanjutkan dengan pemasangan joint pin dan ladder untuk menambah ketinggian perancah serta dipasang cross brace sebagai penguat antar frame.
 - 5.) Setelah itu, pemasangan *u-head* atau *base* plat sebagai dudukan balok besi (girder).
 - 6.) Ketinggian perancah dapat di setel sesuai dengan ketinggian rencana balok melalui *u-head* atau *jack base*.
 - 7.) Jika semuanya sudah sesuai, maka perancah sudah siap untuk digunakan.
- b. Pembekistingan Balok
- 1.) Pemasangan panel bawah atau bodeman bekisting balok induk dan balok anak yang sebelumnya telah dibuat secara pabrikasi di lokasi proyek.
 - 2.) Posisi dan elevasi balok induk dapat mengikuti posisi kolom dan elevasinya dapat diukur dengan acuan yang sudah dibuat pada semua kolom. Tetapi, untuk posisi balok anak $\frac{1}{2}$ panjang balok induk dan elevasinya mengacu pada elevasi balok induk.
 - 3.) Untuk pemasangan panel samping bekisting balok dilakukan setelah selesainya penulangan, bersamaan dengan pemasangan bekisting plat lantai.



Gambar.2 Bekisting Balok

- c. Pembekistingan plat lantai
- 1.) Mengatur *u-head* pada *scaffolding* yang dipasang besi girder melintang dan di atasnya dipasang besi hollow dengan arah melintang.
 - 2.) Pemasangan kaso untuk penyangga plywoodnya sebagai alas dan memasang dinding untuk tepi pada plat dan dijepit menggunakan besi siku. Perlu diperhatikan pada saat pemasangan plywood harus serapat mungkin agar tidak ada rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat proses pengecoran.



Gambar. 4 Bekisting Platantai

3. Tahap Penulangan

a. Penulangan Balok

- 1.) Tahap terpenting yaitu pembacaan shop drawing untuk melihat letak posisi balok, bentuk serta ukurannya.
- 2.) Melakukan pemotongan dan pembengkokan besi menggunakan alat sesuai dengan dimensi balok.
- 3.) Perakitan tulangan dengan tulangan utama disusun terlebih dahulu dengan D19, selanjutnya tulangan pinggang D13 dan tulangan sengkang D10. Hal ini disesuaikan dengan jenis balok yang setiap jenisnya tulangannya berbeda-beda.
- 4.) Pengikatan tulangan dengan kawat bendrat dengan jarak 120 mm untuk daerah tumpuan, jarak 150 mm untuk daerah lapangan.
- 5.) Penambahan beton decking untuk bagian sisi yang berhimpitan dengan besking.



Gambar 5. Penulangan Balok

b. Penulangan Plat Lantai

- 1.) Membaca shop drawing untuk melihat letak posisi plat lantai, bentuk, dan ukurannya.
- 2.) Pemotongan dan pembengkokan besi "S" D10 menggunakan alat pembengkok besi.
- 3.) Perakitan tulangan diawali dengan perakitan tulangan lapis pertama arah melintang dan dilanjutkan pemasangan tulangan lapis pertama arah memanjang (menyilang dari lapis pertama).
- 4.) Setiap tulangan diberi jarak yang sama yaitu 25 cm kemudian diikat dengan kawat bendrat pada setiap senggang 2 pertemuan tulangan.
- 5.) Pemasangan beton *decking*.
- 6.) Pemasangan besi "S" untuk penyangga atau pemberi jarak antara tulangan plat lapis pertama dan lapis kedua dengan jarak kurang lebih 1 meter.
- 7.) Pemasangan tulangan plat lantai lapis kedua yang dipasang tidak sejajar dengan tulangan plat lantai lapis pertama, melainkan dimulai dari tengah antara dua tulangan plat lantai lapis pertama.
- 8.) Pengikatan dengan kawat bendrat dengan jarak 12,5 cm.



Gambar 6. Penulangan Plat Lantai

4. Tahap Pengecoran

- 1.) Melakukan *slump test* terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran. Pada pengecoran proyek ini dihasilkan dengan penurunan sebesar 11 cm dan telah memenuhi syarat yang telah ditentukan yaitu 10 ± 2 cm dengan mutu beton K-300.
- 2.) Pengecoran menggunakan *ready mix* dan penyaluran adukan tersebut disalurkan menggunakan *concrete pump* untuk menjangkau lokasi pengecoran.
- 3.) Pengecoran dimulai dari balok dan pertemuan antar balok dan kolom agar plat tidak melendut baru kemudian dilanjutkan pada plat lantai. Jarak jatuh pengecoran harus sedekat mungkin dan tidak lebih dari 1,50 m untuk menghindari terjadinya segregasi akibat penanganan kembali atau segregasi akibat pengaliran.

5. Tahap Perawatan

Tahap perawatan (*curing*) merupakan proses perawatan beton yang dilakukan untuk menjaga agar beton tetap lembab dan dalam kondisi yang baik selama periode pematangan atau pengerasan. Proses ini sangat penting karena beton memerlukan cukup kelembaban untuk mencapai kekuatan yang diinginkan. Pada tahap perawatan *curing* ini dilakukan selama 7 hari.

6. Tahap Pembongkaran Bekisting

- 1.) Setelah kualitas beton sudah cukup dan pada umur 14 hari telah mendapat persetujuan dari pihak pengawas (Manajemen Konstruksi) maka bekisting balok dan plat sudah dapat dibongkar.
- 2.) Dimulai dari pengenduran *u-head* pada susunan *scaffolding* penyangga bekisting balok dan plat lantai. Kemudian dilanjut pelepasan pipa galvanis pada daerah yang akan dibongkar.
- 3.) Kemudian, dilanjutkan pembongkaran plywood.
- 4.) Pembongkaran *scaffolding* penyangga plat. Setelah itu, pembongkaran pada bodeman balok.
- 5.) Pembongkaran suri-suri dan gelagar.
- 6.) Lakukan pekerjaan sampai semua bekisting terlepas dan tidak ada bekisting yang tersisa.
- 7.) Pembongkaran bekisting dilakukan secara manual sampai selesai.

2. Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu beton dilakukan dengan tujuan agar beton yang akan digunakan sesuai dengan mutu/kualitas yang telah direncanakan. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan balok dan plat yaitu menggunakan K-300. Pengendalian mutu beton dilakukan dengan melakukan berbagai pengujian diantaranya *slump test* dan uji kuat tekan beton.

1. *Slump Test*

Pengujian ini menggunakan sampel adukan beton yang akan digunakan untuk mengecor dari truck mixer. Alat yang digunakan yaitu kerucut abrams yang berbentuk kerucut atau corong baja yang berlubang pada kedua ujungnya dengan bagian bawah berlubang diameter 10 cm dan tinggi corong adalah 30 cm. Pada proyek pembangunan Hotel fave Semarang menggunakan mutu beton K-300 dengan pengujian slump test yang menghasilkan penurunan tinggi beton segar 11 cm sesuai dengan syarat yaitu 10 ± 2 cm.



Gambar 7. *Slump Test*

2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan SNI 1974:2011 dengan benda uji silinder yang dicetak baik di laboratorium maupun di lapangan. Cetakan silinder ini berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji silinder tersebut kemudian di uji kuat tekannya untuk menentukan kuat tekan karakteristiknya pada umur 7, 14, dan 28 hari.

3. Permasalahan dan Solusi

Selama pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan, ada beberapa permasalahan yang terjadi baik dari faktor alam maupun teknis. Beberapa masalah yang terjadi yaitu sebagai berikut:

1. Kondisi cuaca pada saat pengecoran yang tidak dapat diprediksi.

Solusi:

Kontraktor dapat memberlakukan jam kerja lembur atau mengganti waktu pengecoran misalnya dari siang menjadi malam hari untuk mengatasi terlambatnya progres pekerjaan.

2. Kondisi lingkungan yang dekat dengan komplek pemukiman warga dan akses jalan yang sempit menyebabkan terganggunya warga saat pekerjaan jam lembur dan kemacetan saat pengecoran sedang berlangsung.

Solusi:

Solusi untuk permasalahan tersebut yaitu adanya komunikasi bersama antara warga dan pihak proyek terkait dengan intensitas pelaksanaan jam lembur sehingga para warga dapat memahami dengan pelaksanaan pekerjaan yang lewat dari waktu normal kerja. Untuk solusi kemacetan, pihak proyek dapat bekerjasama dengan suatu instansi seperti polisi maupun babinsa untuk mengatur lalu lintas ketika pengecoran.

3. Beberapa pekerja tidak memakai APD.

Solusi:

Pihak kontraktor menerapkan pelatihan prosedur- prosedur terkait K3 dan pengecekan rutin pada semua pekerja yang ada di lapangan agar para pekerja lebih sadar dan lebih patuh untuk menggunakan APD demi keselamatan jiwanya.

4. Pemasangan bekisting yang kurang kuat dan benar menyebabkan kebocoran saat pengecoran.

Solusi:

Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penambalan dari bawah bekisting plat lantai dan menambah penopang kayu dan papan untuk bekisting kolom.

5. Kurang tepatnya penggetaran dengan alat vibrator sehingga menyebabkan beberapa permukaan balok dan plat terlihat keropos.

Solusi:

Pengawasan ketat pada saat pengecoran dengan memperhatikan kualitas dan tersedianya alat untuk proses pengecoran sehingga akan menghasilkan kualitas yang baik dan tidak ada yang cacat pada produk yang telah di cor.

6. Pembongkaran bekisting yang asal-asalan menyebabkan permukaan plat dan balok terkikis.

Solusi:

Solusi untuk permasalahan tersebut adalah dengan penambahan pelumas pada bekisting sebelum dilakukan pengecoran sehingga pada saat beton sudah siap umur untuk pembongkaran bekisting dapat dilepas dengan mudah. Selain itu juga, perlu dilakukan pengawasan yang ketat untuk memastikan kualitas struktur bangunan yang baik.

V. KESIMPULAN

- a. Pengamatan yang dilakukan di proyek adalah pekerjaan struktur balok dan plat lantai 1 yang dimulai dari persiapan hingga selesainya pekerjaan yang ditinjau.
- b. Beton yang digunakan adalah beton dengan mutu K-300 kg/cm² atau f_y 25 Mpa dan mutu baja tulangan f_y 420 Mpa.
- c. Pengujian slump test dengan penurunan 10 cm dan batas toleransinya ± 2 cm. Hal ini dilakukan di setiap pekerjaan pengecoran.
- d. Semua peralatan yang dipakai dan tersedia di proyek ini meskipun kurang lengkap tapi cukup memadai sehingga pekerjaan dapat terlaksana dengan baik.
- e. Pada proyek ini, beberapa para pekerja tidak memperhatikan dan tidak menerapkan K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja) dengan tidak memakai helm proyek dan sepatu safety.
- f. Diperlukan ketelitian dan pemahaman gambar kerja agar tidak terjadi kesalahan pada saat penerapan pekerjaan di lapangan.
- g. Pengendalian mutu pekerjaan struktur beton dengan mutu yang sesuai spesifikasi dilakukan dengan pengujian yang meliputi uji slump test dan uji kuat tekan beton.

VI. SARAN

- a. Terjalannya koordinasi dan komunikasi yang baik antara pihak- pihak yang terlibat dalam proyek merupakan hal yang dapat membuat semua pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih terkoordinir dan terantau sehingga hasil pekerjaan dapat sesuai dengan yang diinginkan.

- b. Pelaksanaan dan pengaplikasian unsur-unsur K3 pada semua pelaku yang berada pada lingkup pekerjaan di lapangan seperti penggunaan helm proyek, sepatu safety, sarung tangan, dan APD lainnya.
- c. Penyimpanan material bangunan harus lebih diperhatikan, terutama untuk besi yang mudah korosif yang dapat berpengaruh pada mutu dan kekuatan material tersebut
- d. Untuk pelaksana dan pengawas harus lebih memperhatikan dan mengecek ulang semua pekerjaan yang ada di lapangan terutama untuk pekerjaan pembesian apakah sudah sesuai gambar kerja atau tidak.
- e. Sebelum dilakukan pengeoran balok dan plat lantai, perlu di cek lagi kebesrian dari beberapa smapah seperti sisa paku, kawat, serbuk kayu, dan lain sebagainya. Selain itu juga, perlu mengecek kekuatan dan kekokohan bekisting agar tidak terjadi kebocoran dan lepasnya bekisting pada proses saat pengeoran.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang turut serta membantu dan memeberikan dukungannya dalam proses pelaksanaan kerja praktik ini sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun laporan ini dengan baik dan lancar.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Ary Wibowo, U. D. (2011). PEKERJAAN STRUKTUR KOLOM, BALOK DAN PELAT LANTAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN ARMADA TOWN SQUARE MAGELANG (Structural Work of CoLumn, Beam and Plate at The Project of Armada Town Square Building Magelang).
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Baja Tulangan Beton. *Sni 2052-2017*, 13.
- JOKO SUPRIYANTO, PUTRI ANGGI P S, A. K. (2022). PEKERJAAN STRUKTUR KOLOM PROYEK PEMBANGUNAN. 7(Sens 7).
- M. Dede Pardede, F. O. (n.d.). Pengendalian Suhu Beton Massa 3500m3 Menggunakan Balok Es Dan Pengaruhnya. 19(2), 158–168.
- Massie, M., & Fabian J. Manoppo, A. K. T. D. (2022). STUDI PENERAPAN PENGENDALIAN WAKTU, BIAYA, DAN MUTU PELAKSANAAN PROYEK BOULEVARD PANTAI AMURANG KABUPATEN MINAHASA SELATAN. 12(1).
- Tunas, F., Tjakra, J., Inkiriwang, R. L., Teknik, F., Teknik, J., Universitas, S., Ratulangi, S., & Belakang, L. (2020). METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN BALOK DAN PLAT LANTAI DUA PADA PEMBANGUNAN MALL PELAYANAN PUBLIK (MPP) MANADO. 8(6).
- USM. (2000). Material Konstruksi. 6–20.
- Yogyakarta, U. A. J. (1985). Bekisting. 6–29.