

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proyek Konstruksi

2.1.1. Pengertian Proyek Konstruksi

Proyek merupakan kegiatan sementara yang dilaksanakan untuk menghasilkan suatu produk, jasa atau hasil yang bersifat unik. (Project Management Institute, 2021). Sementara itu, (Soeharto, 1995) menyatakan bahwa proyek merupakan pengorganisasian berbagai sumber daya, seperti tenaga kerja, peralatan, dan material, dalam suatu sistem kerja untuk melaksanakan rangkaian aktivitas dengan batasan biaya, waktu, dan mutu yang telah ditetapkan. Lebih lanjut, aktivitas proyek diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang berlangsung dalam periode terbatas dengan pemanfaatan sumber daya tertentu guna mencapai target produksi yang telah direncanakan sebelumnya.

2.1.2. Karakteristik Proyek Konstruksi

Menurut (Soeharto, 1995) proyek memiliki beberapa kriteria utama, antara lain:

1. Adanya tujuan serta produk akhir yang telah direncanakan sebelumnya.
2. Terdapat batasan biaya, waktu, dan mutu yang ditetapkan sebagai tolok ukur pencapaian tujuan.
3. Bersifat sementara karena dibatasi oleh jangka waktu pelaksanaan tertentu.
4. Memiliki rangkaian pekerjaan yang harus diselesaikan secara terstruktur.
5. Memiliki kejelasan waktu mulai dan waktu selesai pelaksanaan.
6. Menunjukkan variasi jenis dan intensitas kegiatan selama periode proyek berlangsung.

Selanjutnya, (Widayat, 1996) mengemukakan bahwa proyek mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Proyek bersifat unik, di mana tidak ada dua proyek yang benar-benar identik, baik dari segi metode pelaksanaan, biaya, waktu, maupun mutu.
2. Kegiatan proyek bersifat tidak berulang, karena setiap pekerjaan dilaksanakan satu kali dan berakhir setelah tujuan proyek tercapai.

2.1.3. Sasaran Proyek dan *Triple Constraint*

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat tiga kendala utama (*triple constraint*), yaitu keterbatasan biaya, waktu pelaksanaan, dan mutu hasil pekerjaan yang harus dipenuhi (Soeharto, 1995). Ketiga aspek tersebut menjadi tolok ukur utama dalam pencapaian sasaran proyek. Parameter yang digunakan untuk memastikan tercapainya tujuan proyek meliputi:

1. Pengendalian anggaran proyek, agar realisasi biaya tidak melampaui rencana yang telah ditetapkan.
2. Pengawasan jadwal proyek, melalui pemantauan berkala terhadap kemajuan pekerjaan sesuai target produksi yang direncanakan.
3. Pengendalian mutu hasil pekerjaan, sehingga produk atau *output* proyek memenuhi persyaratan dan kriteria kualitas yang telah disepakati.

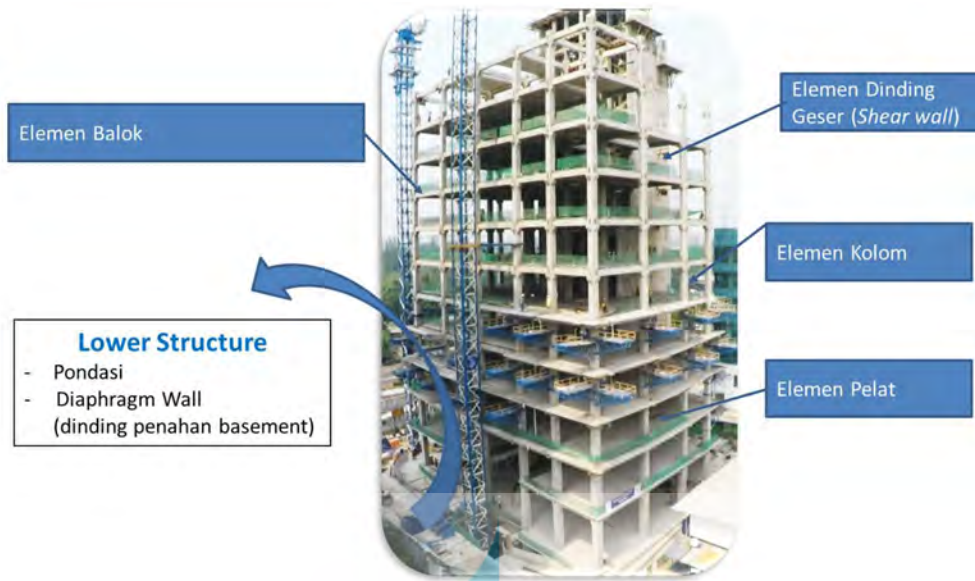
2.1.4. Metode Konstruksi

2.1.4.1. Konstruksi Konvensional

Beton konvensional adalah merupakan suatu komponen struktur yang paling utama dalam sebuah bangunan. Beton konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan dirancang secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat (Cainawa, 2020).

Keunggulan utama sistem beton konvensional terletak pada fleksibilitas desain dan kemudahan adaptasi terhadap perubahan lapangan. Metode ini tidak memerlukan fasilitas produksi khusus dan relatif mudah diterapkan pada proyek dengan desain yang tidak berulang. Namun, dari sisi efisiensi, metode konvensional memiliki kelemahan berupa durasi pelaksanaan yang lebih lama, kebutuhan tenaga kerja tinggi, serta potensi pemborosan material (Pan et al., 2012).

Adapun elemen struktur bangunan gedung secara umumnya diilustrasikan pada gambar di bawah ini:



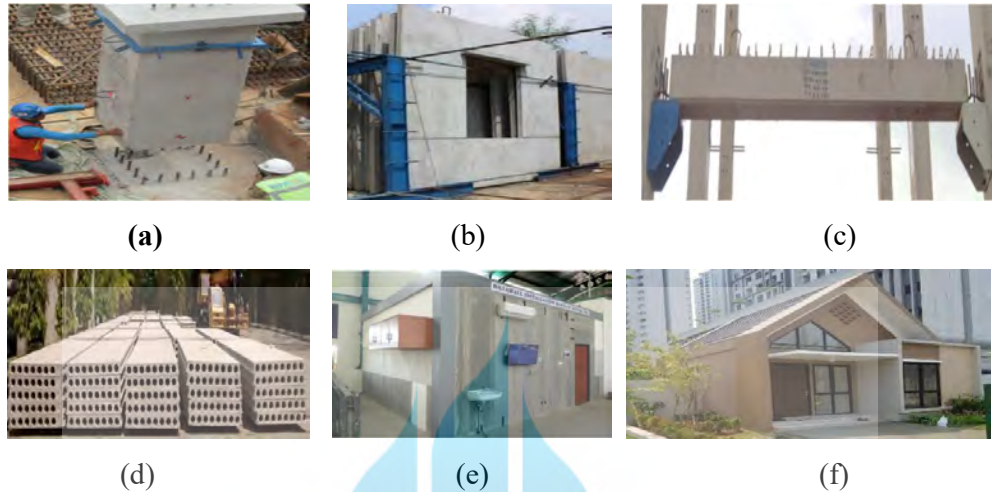
Gambar 2. 1 Elemen struktur bangunan gedung
 Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

2.1.4.2. Struktur Pracetak

Memasuki tahun 2024-2026, penggunaan sistem bangunan pracetak (*precast concrete*) semakin berkembang dan menjadi tren dalam industri konstruksi. Hal ini disebabkan oleh berbagai keunggulan yang dimilikinya, antara lain waktu pelaksanaan yang lebih singkat, tingkat keandalan serta mutu struktur yang lebih terjamin melalui sistem pengendalian kualitas beton yang baik. Selain itu, penerapan sistem pracetak mampu mengurangi kebutuhan tenaga kerja di lapangan, menghasilkan permukaan beton ekspos yang lebih halus sehingga meminimalkan pekerjaan perbaikan (*repair*), serta menekan penggunaan *scaffolding* secara signifikan yang berdampak pada efisiensi biaya struktur. Dari sisi lingkungan, sistem pracetak juga dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan metode konvensional.

Dalam penerapannya pada bangunan gedung, berbagai elemen struktur seperti kolom, balok, pelat lantai (*hollow core slab*), dinding fasad, serta dinding struktur dapat diproduksi dan dipasang menggunakan sistem pracetak. Secara umum, beton pracetak memiliki keunggulan utama berupa percepatan waktu konstruksi, jaminan mutu struktur melalui kontrol produksi yang terstandar, efisiensi tenaga kerja, serta

pengurangan pekerjaan tambahan di lapangan. Sistem ini telah banyak diaplikasikan pada bangunan gedung bertingkat maupun hunian bertingkat rendah (*landed house* dan *high-rise building*). Contoh produk struktur beton pracetak untuk bangunan tersebut dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 2. 2 Contoh Produk Struktur Precast: (a) Struktur Kolom; (b) Dinding Façade; (c) Struktur Balok; (d) Struktur *Hollow Core Slab*; (e) Dinding Interior; (f) Rumah Precetak

Sumber: PT Wika Precetak Gedung

Beton Pracetak (*Precast Concrete*) adalah beton yang dicetak di beberapa lokasi (baik dilingkungan proyek maupun di pabrik-pabrik) yang pada akhirnya dipasang pada posisinya dengan suatu sistem sambungan sehingga rangkaian elemen-elemen beton pracetak menjadi satu kesatuan yang struktural yang utuh. Beton Pracetak (*Precast Concrete*) adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan (Pasal 3.3.10 SNI 7833:2012)

Ditinjau dari aspek biaya produk, 25% hingga 35% biaya bangunan *Precast* lebih mahal dari pada struktur konvensional. Harga produk *Precast* lebih kompetitif dengan menghemat 30% biaya (upah, *scaffolding*, bekisting, semen, *finishing* permukaan) (Baldwin et al., 2009). Dari aspek waktu struktur *Precast* diklaim memiliki durasi 27,33% lebih cepat dari struktur konvensional (Bigwanto & Tani, 2019).

Secara umum, produk beton pracetak dapat dikelompokkan ke dalam lima kategori utama (Wulfram I. Ervianto, 2006), yaitu :

1. Elemen beton pracetak yang digunakan untuk kebutuhan arsitektural, khususnya yang bersifat dekoratif atau ornamen.
2. Produk beton yang diperuntukkan bagi prasarana lalu lintas, seperti paving block dan *kerb*.
3. Elemen struktur yang berfungsi sebagai komponen penahan beban, antara lain tiang, balok, kolom, bantalan rel, dan pelat lantai.
4. Komponen pracetak yang digunakan sebagai penutup atap dengan persyaratan kedap air serta ketahanan terhadap pengaruh cuaca.
5. Produk beton pracetak berupa bata beton.

Keunggulan sistem beton pracetak antara lain sebagai berikut (Wulfram I. Ervianto, 2006):

- a. Perencanaan cetakan (*formwork*) dapat digunakan berulang kali hingga batas tertentu sehingga lebih efisien.
- b. Proses pengerjaan tidak dipengaruhi kondisi cuaca apabila produksi dilakukan di dalam pabrik.
- c. Produksi elemen dapat dilakukan secara paralel maupun dalam jumlah besar secara bersamaan.
- d. Sistem ini memungkinkan penciptaan nilai estetika yang lebih tinggi karena kemudahan dalam pembentukan elemen.
- e. Keseragaman bentuk dan dimensi elemen mempermudah proses pemasangan (*erection*) agar lebih presisi.
- f. Elemen pracetak umumnya memiliki mutu yang lebih baik dan konsisten.
- g. Pengendalian mutu (*quality control*) dapat dilakukan secara lebih terstandar selama proses produksi.
- h. Ketahanan terhadap api relatif lebih tinggi dibandingkan beton konvensional karena penggunaan material bermutu tinggi.
- i. Penggunaan sistem pracetak berpotensi menurunkan biaya konstruksi secara keseluruhan.
- j. Keberlangsungan proses produksi dapat terjaga dengan baik.

- k. Waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih singkat dibandingkan metode konvensional.

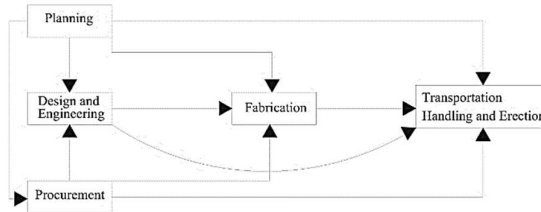
Namun demikian, teknologi beton pracetak juga memiliki beberapa keterbatasan, antara lain (Wulfram I. Ervianto, 2006):

- a. Ukuran elemen pracetak tidak dapat dibuat terlalu besar karena memerlukan area penyimpanan yang luas.
- b. Sistem pracetak kurang fleksibel untuk memenuhi kebutuhan konstruksi dengan bentuk yang tidak beraturan.
- c. Proses pemasangan elemen memerlukan peralatan berat seperti *crane*, yang dapat menambah biaya konstruksi.
- d. Sambungan antar elemen harus direncanakan dan diawasi dengan cermat agar kinerja struktur tetap optimal.

Menurut (Wulfram I. Ervianto, 2006) faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam proses produksi elemen beton pracetak meliputi jumlah modul yang akan diproduksi, jenis serta variasi modul yang direncanakan, berat masing-masing modul, serta dimensi modul itu sendiri. Keempat aspek tersebut berpengaruh terhadap perencanaan produksi, metode transportasi, hingga proses pemasangan di lapangan. Dalam sistem konstruksi pracetak, terdapat beberapa istilah yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat metode pelaksanaan pembangunan, yaitu sebagai berikut:

1. **Module** merupakan hasil akhir dari penggabungan komponen prefabrikasi yang telah dirakit, yang umumnya memiliki ukuran dan berat besar sehingga memerlukan sarana transportasi khusus untuk dipindahkan ke lokasi pemasangan sebenarnya.
2. **Prefabrication** merupakan proses pembuatan komponen bangunan yang dilakukan di fasilitas khusus dengan menggunakan peralatan tertentu, di mana berbagai material dirangkai menjadi bagian dari elemen bangunan.
3. **Preassembly** adalah proses perakitan beberapa komponen hasil prefabrikasi yang dilakukan di lokasi selain posisi akhir elemen tersebut dalam struktur bangunan.

Siklus konstruksi berbasis metode *precast* dapat dilihat pada ilustrasi gambar di bawah ini:



Gambar 2. 3 Proses Siklus Konstruksi Pracetak

Sumber: (Wulfram I. Ervianto, 2006)

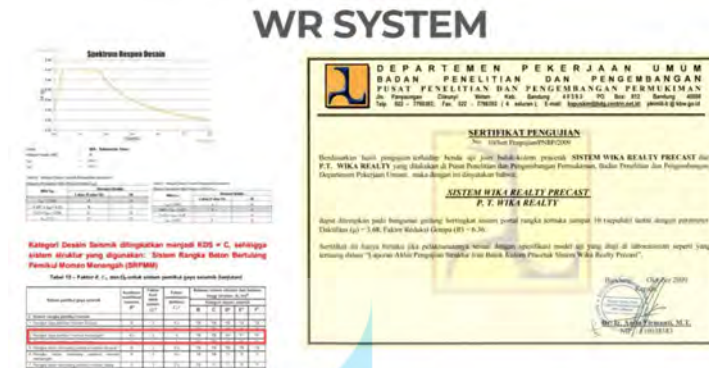
pada proses detailing joint atau sambungan balok-kolom ataupun dari elemen pelat lantai dengan struktur balok. Pada penelitian ini sistem joint yang digunakan adalah *WR System*. Struktur beton WR Pracetak merupakan sistem struktur rangka terbuka (*open frame*) yang memiliki keunikan pada detail *joint* yang praktis dalam pelaksanaannya. Konsep sambungan *joint* balok-kolom menggunakan sambungan penjangkaran pada tulangan tekan. Berikut merupakan ilustrasi system joint struktur pracetak:



Gambar 2. 4 Detailing *Joint* Struktur Pracetak

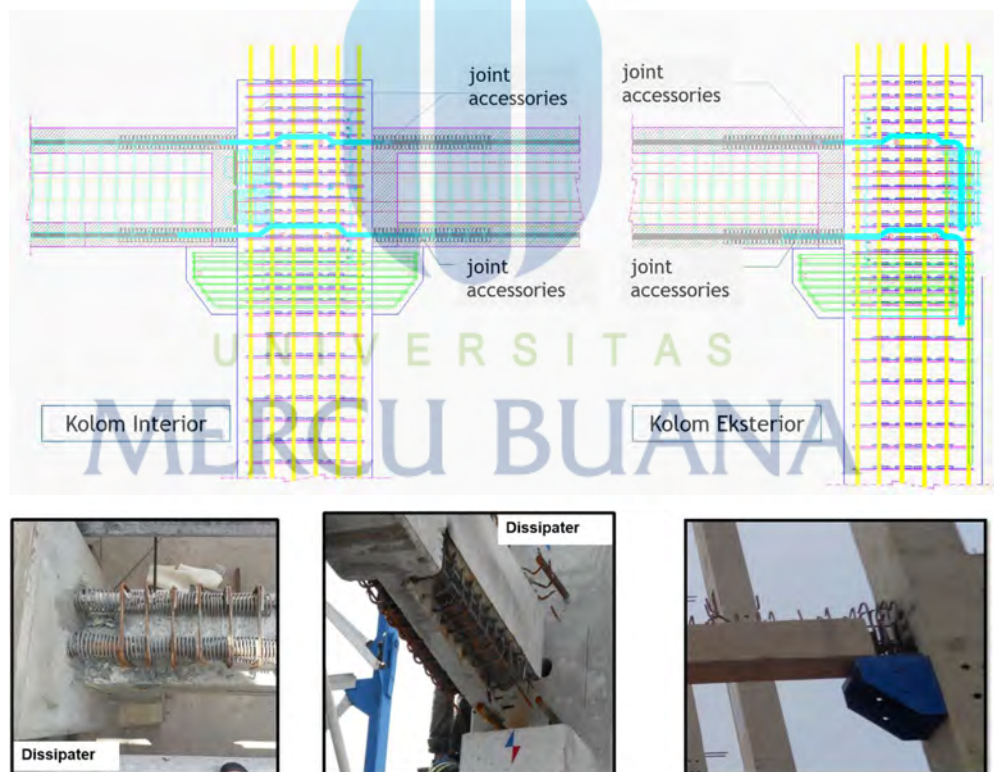
Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

Sitem *joint* yang dimiliki oleh PT Wika Pracetak Gedung yang perannya sebagai *main contractor* objek studi kasus penelitian yang diteliti tentunya telah teruji melalui serangkaian percobaan laboratorium seperti:



Gambar 2. 5 Sertifikat pengujian sistem Joint WR

Adapun detailing sambungan atau joint kolom dan balok sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Detailing *joint* kolom dan balok

Kegiatan selanjutnya dari praktik metode pracetak adalah proses *stressing* setelah elemen panel pracetak sudah dalam posisi terhubung antar elemen

khususnya pada sambungan balok dan kolom. Ilustrasi kegiatan *stressing* pada struktur pracetak dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 7 Proses *stressing* elemen joint balok pada sambungan mekanis struktur kolom

Sistem joint tersebut disebut sebagai *Mechanical Joint System*. Berdasar SNI 2847:2019 Pasal 18.2.7.1, sambungan mekanis diklasifikasikan menjadi dua tipe, yaitu:

TIPE 1

1. Sambungan ini harus mampu mengembangkan gaya tarik dan tekan sebagaimana disyaratkan, yaitu minimum sebesar $1,25 f_y$ baja tulangan.
2. Sambungan ini tidak diperbolehkan digunakan pada jarak yang sama dengan dua kali tinggi komponen struktur dari muka kolom atau balok pada rangka momen khusus, maupun dari penampang di mana pelelehan tulangan terjadi akibat perpindahan lateral inelastik.

TIPE 2


1. Sambungan ini harus mampu mengembangkan gaya tarik dan tekan sesuai persyaratan, dengan kuat tarik minimum sebesar $1,25 f_y$ baja tulangan serta kekuatan tarik minimum yang setara dengan kekuatan tarik spesifikasi baja tulangan yang disambung.
2. Sambungan ini diizinkan untuk digunakan pada sembarang lokasi.

Berikut ini merupakan daftar pengujian *mechanical joint* pada sistem pracetak dengan menggunakan WR Joint:

1. Uji Lentur

Tabel hasil uji lentur Balok

Kode	P_{crack} tf	δ_{crack} mm	M_{crack} design t.m	M_{crack} t.m	P_{maks} tf	δ_{maks} mm	M_{maks} design t.m	M_{maks} t.m	Keterangan
ULT 001-1	4.56	6.22	1.85	2.77	17.81	70.22	8.87	10.06	Tanpa Sambungan
ULT 001-2	6.5	9.66	1.85	3.84	15.75	59.43	8.87	8.93	Sambungan WTONSS D25
ULT 001-3	7.44	10.91	1.85	4.36	16.85	63.88	8.87	9.53	Sambungan WTONSS D25



Gambar 2. 8 Dokumentasi uji lentur WR Joint

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

2. Uji Tarik

Tabel hasil uji tarik baja *splike sleeve*

Benda Uji	Tegangan Leleh f_{y_s} (MPa)	Tegangan Maksimum f_{t_s} (MPa)
BU-T-1	446.99	592.75
BU-T-2	451.64	591.91
BU-T-3	457.19	598.16
Rata-rata	451.94	594.27

Memenuhi spesifikasi

Tabel hasil uji tarik baja tulangan

Benda Uji	Kondisi Leleh		Kondisi Maksimum		Rasio $f_{t_{maks}} / f_{y_s} \geq 1,25$
	Beban Leleh P_{y_s} (kN)	Tegangan Leleh f_{y_s} (MPa)	Beban Maksimum P_{t_s} (kN)	Tegangan Maksimum f_{t_s} (MPa)	
BU-T-1	220.21	448.43	288.65	587.79	1.31
BU-T-2	222.78	453.65	291.69	593.98	1.31
BU-T-3	221.98	452.02	289.65	589.83	1.30
Rata-rata	221.66	451.37	290.00	590.53	

Memenuhi spesifikasi


Gambar 2. 9 Dokumentasi uji tarik WR Joint

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

3. Uji Tarik Statis

Benda Uji	Spesifikasi Baja Tulangan		Spesifikasi Sambungan Mekanis		Persyaratan SNI 2847 : 2019			Pola Rusak
	Kuat Leleh f_{y_s} (MPa)	Kuat Tarik Maksimum f_{t_s} (MPa)	Kuat Leleh $f_{y_{samb}}$ (MPa)	Kuat Tarik Maksimum $f_{t_{samb}}$ (MPa)	Tipe 1		Tipe 2	
					$f_{t_{samb}} / f_{y_s} \geq 1,25$	$f_{t_{samb}} / f_{y_s} \geq 1,25$	$f_{t_{samb}} / f_{t_s} \geq 1,0$	
BU-T-1	420	525	446.99	592.75	1.41	1.41	1.13	Putus tulangan
BU-T-2	420	525	451.64	591.91	1.41	1.41	1.13	Putus tulangan
BU-T-3	420	525	457.19	598.16	1.42	1.42	1.14	Putus tulangan
Rata-rata	420	525	451.94	594.27	1.41	1.41	1.13	

Ketiga benda uji memenuhi spesifikasi sambungan mekanis tipe 2 berdasarkan SNI 2847 : 2019




Gambar 2. 10 Dokumentasi uji tarik statis WR Joint

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

4. Uji Fatigue

Benda Uji	Tipe Splice Sleeve	Rentang Tegangan S_r [MPa]	Tegangan Minimum		Tegangan Maksimum		Jumlah Siklus Tercapai n [siklus]	Kondisi Benda Uji
			Tegangan Minimum S_{min} [MPa]	Beban Minimum P_{min} [kN]	Tegangan Maksimum S_{max} [MPa]	Beban Maksimum P_{max} [kN]		
BU-F-1	Sleeve - D25	124,1	41,4	20,3	165,5	81,2	980.715 19.285	Pengujian berhenti. Benda uji putus pada daerah jepitan kopler. Benda uji dibuat jepitan kembali. Pengujian dilanjutkan sampai 1 juta siklus. Benda uji tidak rusak.
BU-F-2	Sleeve - D25	124,1	41,4	20,3	165,5	81,2	1.000.000	Benda uji tidak rusak
BU-F-3	Sleeve - D25	124,1	41,4	20,3	165,5	81,2	1.000.000	Benda uji tidak rusak



Kedua benda uji memenuhi spesifikasi

Gambar 2. 11 Dokumentasi uji fatigue WR Joint

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

5. Uji Tarik Statis Benda Uji Fatigue

Benda Uji	Baja Tulangan		Sambungan Mekanis		Persyaratan SNI 2847 : 2019			Pola Kerusakan
	Kuat Leleh	Kuat Tarik Maksimum	Kuat Leleh	Kuat Tarik Maksimum	Tipe 1	Tipe 2		
	f_{yb} [MPa]	f_{tk} [MPa]	f_{ym} [MPa]	f_{tm} [MPa]	$f_{tm}/f_{yb} \geq 1,25$	$f_{tm}/f_{yb} \geq 1,25$	$f_{tm}/f_{tk} \geq 1,0$	
BU-F-1	420	525	-	-	-	-	-	Tidak diuji
BU-F-2	420	525	443,09	606,06	1,44	1,44	1,15	Putus tulangan
BU-F-3	420	525	448,18	611,15	1,46	1,46	1,16	Putus tulangan
Rata-rata	420,00	525,00	445,63	608,61	1,45	1,45	1,16	

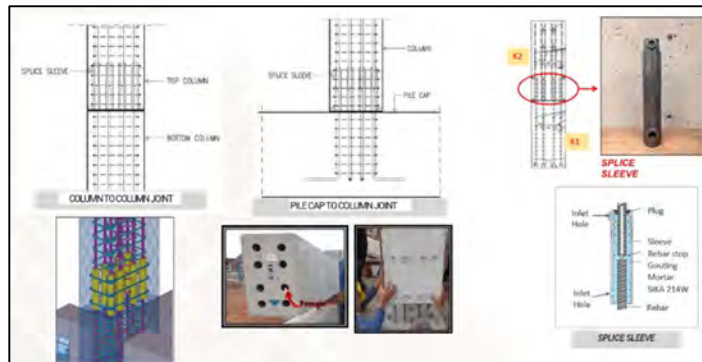


Kedua benda uji memenuhi spesifikasi sambungan mekanis tipe 2 berdasarkan SNI 2847 : 2019

Gambar 2. 12 Dokumentasi uji Tarik Statis Benda Uji Fatigue WR Joint

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

Adapun detailing komponen dalam *Mechanical Joint* pada struktur pracetak dengan menggunakan sistem *WR Joint* diilustrasikan pada gambar di bawah ini:



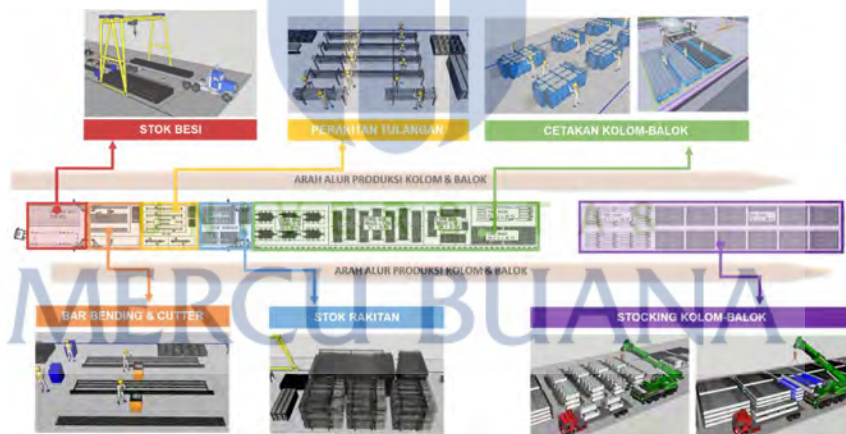
Gambar 2. 13 *Mechanical Joint Detailing* menggunakan *WR System*

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

Kegiatan konstruksi pracetak tentunya memiliki beberapa fase produksi yang berbeda dengan sistem konvensional. Penentuan layout produksi sangat menentukan tingginya tingkat produktivitas panel pracetak yang dihasilkan. Beberapa hal yang perlu dipersiapkan terkait lahan produksi pracetak seperti:

1. Area penyimpanan material besi
2. Area pabrikasi tulangan
3. Area pabrikasi cetakan/ bekisting kolom, balok dan pelat termasuk proses pengecoran
4. Area *Bar bending* dan *Bar Cutter*
5. Area penyimpanan tulangan yang telah dirakit
6. Area penyimpanan panel pracetak

Seluruh item produksi tersebut di atas diatur juga terkait dengan ritme produksi supaya siklus kegiatan dapat terkendali dari sisi waktu dan biaya. Adapun skema *layout* produksi yang diterapkan meliputi:

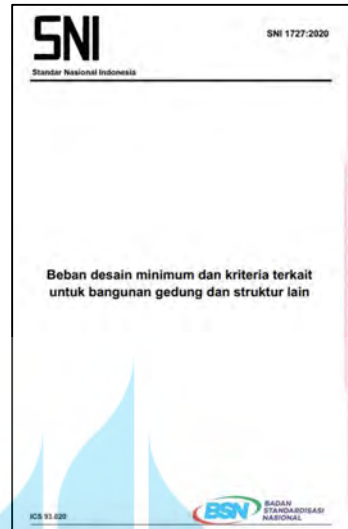


Gambar 2. 14 *Layout site plant* pracetak plant sepaku IKN

2.1.5. Standar Nasional Indonesia (SNI)

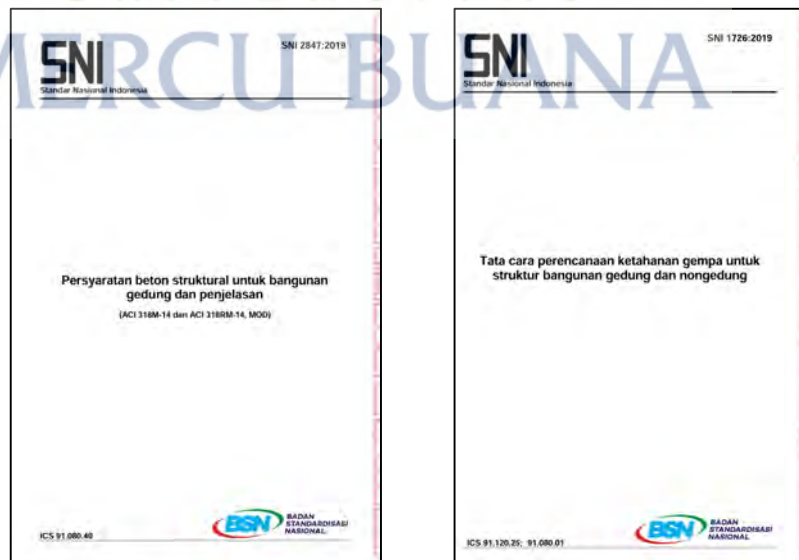
Konsep perencanaan dan pelaksanaan konstruksi pracetak dan konvensional cenderung memiliki keseragaman penggunaan standar atau *code* konstruksi. Berikut merupakan *cluster* penggunaan SNI pada setiap proses kegiatan konstruksi:

6. Terkait dengan material komponen struktur baik konvensional dan pracetak merujuk pada (SNI 1727, 2020) tentang **Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya.**



Gambar 2. 15 SNI 1727:2020

7. Parameter analisis perhitungan struktur dan kegunaan merujuk pada (SNI 2847, 2019) tentang **Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung** serta (SNI 1726, 2019) tentang **Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.**



Gambar 2. 16 SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019

8. Khusus struktur pracetak terdapat SNI tambahan meliputi (SNI 7833, 2012) tentang **Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung** serta SNI (SNI 7832, 2019) tentang **Analisis Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak Insitu untuk Konstruksi Bangunan Gedung**

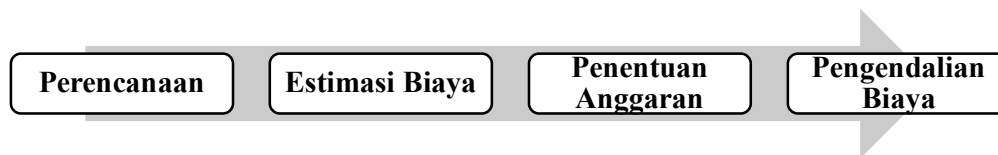


Gambar 2. 17 SNI 7832:2020 dan SNI 7833:2012

2.2. Metode Estimasi

2.2.1. Metode Estimasi Biaya

Berdasarkan (PMBOK 5th Edition, 2012a) proses estimasi anggaran biaya dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang ditampilkan pada Gambar , sebagai berikut:



Gambar 2. 18 Tahap estimasi biaya

Tahapan estimasi biaya yang ditunjukkan pada Gambar tersebut di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan merupakan tahapan penyusunan kebijakan, prosedur, serta dokumen yang berkaitan dengan perencanaan, pengelolaan, pengeluaran, dan pengendalian biaya proyek.
2. Estimasi Biaya adalah proses penyusunan perkiraan kebutuhan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap aktivitas dalam proyek.
3. Penentuan anggaran merupakan tahapan penggabungan estimasi biaya dari masing-masing aktivitas atau paket pekerjaan ke dalam rencana anggaran biaya secara keseluruhan.
4. Pengendalian biaya adalah proses pemantauan kinerja biaya proyek serta pengelolaan setiap perubahan anggaran yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

Proses estimasi biaya yang mencakup komponen masukan (*input*), metode atau teknik penyusunan, serta keluaran (*output*) mengacu pada *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) edisi ke-5 tahun 2012. Rangkaian tahapan estimasi tersebut disajikan dalam bentuk tabel sebagaimana ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 2. 1 Siklus estimasi biaya

Input	Teknik	Output
<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan manajemen biaya • Perencanaan SDM • Lingkup • Jadwal proyek • Daftar resiko • Faktor lingkungan • Aset organisasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Penilaian ahli • <i>Analogous estimating</i> • <i>Parametric estimating</i> • <i>Definitive technique</i> • <i>Three point estimating</i> • <i>Reserve analysis</i> • <i>Cost quality</i> • Software manajemen proyek • <i>Vender bid analysis</i> • <i>Group decision making technique</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimasi anggaran biaya • Dasar Estimasi • Update dokumen proyek

Sumber: (PMBOK 5th Edition, 2012b)

Teknik estimasi biaya yang dijelaskan dalam *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) edisi ke-5 tahun 2012 meliputi beberapa pendekatan sebagai berikut:

1. *Expert Judgment* (Penilaian Ahli)

Teknik ini memanfaatkan pengalaman dan data historis dari para ahli untuk memberikan pandangan mengenai kondisi proyek serta pembelajaran dari

proyek sejenis sebelumnya. Penilaian ahli juga digunakan untuk menentukan kombinasi metode estimasi yang paling sesuai dan menyesuaikan perbedaan antar metode yang digunakan.

2. ***Analogous Estimating***

Metode ini menggunakan data lingkup pekerjaan, biaya, anggaran, durasi, maupun tingkat kompleksitas dari proyek sebelumnya yang memiliki karakteristik serupa. Pendekatan ini umumnya diterapkan pada tahap awal proyek ketika informasi rinci masih terbatas, dengan mengandalkan data historis dan penilaian profesional.

3. ***Parametric Estimating***

Teknik ini didasarkan pada hubungan statistik antara data historis dan variabel tertentu untuk menghitung estimasi biaya pekerjaan. Tingkat akurasi metode parametrik sangat dipengaruhi oleh kualitas model serta kelengkapan basis data yang digunakan, dan dapat diterapkan baik untuk keseluruhan proyek maupun sebagian pekerjaan tertentu.

4. ***Bottom-Up Estimating (Definitive Technique)***

Pendekatan ini dilakukan dengan mengestimasi biaya pada tingkat aktivitas atau paket pekerjaan yang paling rinci, kemudian mengakumulasi ke tingkat yang lebih tinggi dalam struktur pembagian pekerjaan (*work breakdown structure*). Akurasi metode ini dipengaruhi oleh ukuran serta kompleksitas masing-masing aktivitas yang diestimasi.

5. ***Three-Point Estimating***

Metode ini digunakan untuk mempertimbangkan ketidakpastian dan risiko dalam estimasi biaya dengan menetapkan tiga skenario estimasi, yaitu nilai optimistis, paling mungkin (*most likely*), dan pesimistis, sehingga diperoleh rentang estimasi biaya yang lebih realistis.

6. ***Reserve Analysis***

Teknik ini memasukkan cadangan kontingensi (*contingency reserve*) ke dalam estimasi biaya guna mengantisipasi ketidakpastian dan risiko yang mungkin terjadi selama pelaksanaan proyek.

7. ***Cost of Quality (CoQ)***

Pendekatan ini mempertimbangkan biaya yang berkaitan dengan pencapaian mutu, termasuk biaya pencegahan dan pengendalian kualitas, sebagai bagian dari proses estimasi biaya proyek.

8. ***Project Management Software***

Penggunaan perangkat lunak manajemen proyek, seperti aplikasi, lembar kerja, simulasi, dan alat statistik, dimanfaatkan untuk membantu penyusunan estimasi biaya secara sistematis dan terstruktur.

9. ***Vendor Bid Analysis***

Metode ini mengacu pada evaluasi penawaran harga dari vendor atau kontraktor yang memenuhi kualifikasi dalam proses pelelangan sebagai dasar penentuan estimasi biaya.

10. ***Group Decision-Making Techniques***

Teknik pengambilan keputusan secara kelompok, seperti *brainstorming*, digunakan untuk meningkatkan akurasi estimasi biaya melalui kolaborasi tim serta membangun komitmen bersama terhadap hasil estimasi yang disepakati.

Dari paparan jenis metode estimasi tersebut di atas, pada penelitian ini dipilih metode estimasi *Bottom Up Estimating* atau *Definitive Technique* sebagai metode utama yang digunakan dalam penentuan nilai anggaran pelaksanaan pekerjaan struktur konvensional dan struktur pracetak.

2.2.2. Metode Estimasi *Bottom-Up Estimating (Definitive Technique)*

Menurut (Protegra, 2008) metode estimasi dengan pendekatan *definitive technique* diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu *wild-ass-guess (WAG)*, *order of magnitude*, *budget estimate*, *schedule estimate*, dan *definitive estimate*. Estimasi WAG merupakan bentuk perkiraan awal yang sangat bergantung pada tingkat pengalaman dan intuisi estimator, demikian pula dengan estimasi *order of magnitude* yang masih bersifat kasar. Sementara itu, *budget estimate* disusun berdasarkan tingkat tertinggi dalam perumusan anggaran proyek. Berbeda dengan kategori tersebut, *schedule estimate* dikembangkan dengan mengacu pada rencana penjadwalan proyek. Adapun *definitive estimate* merupakan kategori estimasi yang

paling rinci karena didasarkan pada aktivitas pekerjaan proyek secara detail. Perbedaan tingkat ketelitian dan waktu yang dibutuhkan dalam penyusunan estimasi untuk masing-masing kategori tersebut ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 2. 2 Kelas metode estimasi

Kategori	Dasar Estimasi	Durasi Perumusan Estimasi	Akurasi
WAG	Pengalaman	1 orang/jam	-100% s.d +250%
Order of Magnitude	Pengalaman	4-8 orang/jam	-25% s.d +100%
Budget Estimate	Penyajian anggaran	2-3 orang/hari	-20% s.d +50%
Schedule Estimate	Penyajian penjadwalan	5 orang/hari	-15% s.d +25%
Definitive Estimate	Aktivitas atau pekerjaan	10-15 orang/hari	-5% s.d 10%

Sumber: (Protegra, 2008)

Sementara itu, (U.S Departement of Energy, 2011) mengelompokkan metode estimasi biaya ke dalam lima kelas yang dibedakan berdasarkan tujuan penggunaan serta tingkat definisi proyek yang direncanakan. Klasifikasi tersebut mencakup estimasi kelas *definitive*, *substantive*, *preliminary*, *intermediate*, dan *order of magnitude*. Uraian lebih rinci mengenai masing-masing kelas estimasi tersebut disajikan pada Tabel di bawah ini:

Tabel 2. 3 Kelas metode estimasi

Kelas	Nama	Tujuan	Level Definisi Proyek
Kelas 5	Order of magnitude	Seleksi atau kelayakan	0 % - 2 %
Kelas 4	Intermediate	Konsep studi kelayakan	1% - 15%
Kelas 3	Preliminary	Anggaran biaya, otorisasi atau pengawasan	10% - 40%
Kelas 2	Substantive	Pengawasan dan tender	30% 70%

Kelas 1	Definitive	Evaluasi estimasi dan tender	50% - 100%
---------	------------	------------------------------	------------

Sumber: (U.S Departement of Energy, 2011)

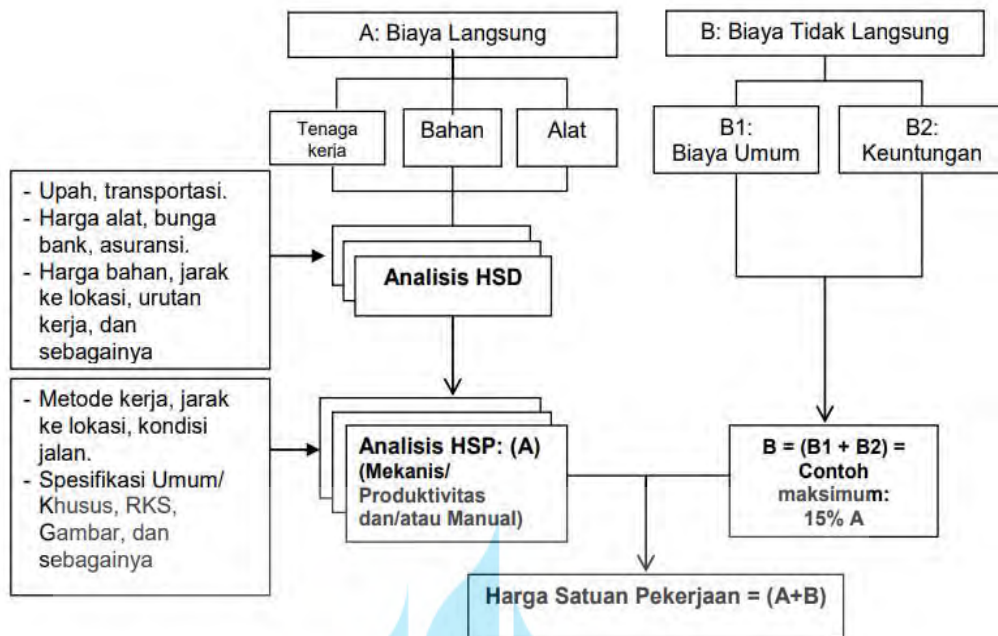
2.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) merupakan perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu. Beberapa acuan normatif dalam pedoman AHSP sebagai berikut:

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor 05/PRT/M/2014
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2011
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 15/KPTS/M/2004

Pedoman AHSP di atas dijadikan acuan dalam menghitung biaya pembangunan sebagai kelengkapan dalam proses pekerjaan konstruksi dan digunakan sebagai suatu dasar menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS) atau dikenal dengan *Owner Estimate* (OE) dan Harga Perkiraan Perencana (HPP) atau dikenal dengan *engineering estimate* (EE). Harga satuan pekerjaan terdiri atas biaya langsung dan biaya tidak langsung. Komponen biaya langsung terdiri atas upah, bahan dan alat, sedangkan komponen biaya tidak langsung terdiri atas biaya umum atau overhead dan keuntungan.

Dalam Gambar berikut diperlihatkan struktur analisis Harga Satuan Pekerjaan (HSP) dapat dilihat pada ilustrasi di bawah ini:



Gambar 2. 19 Struktur Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Sumber: (Kementerian PUPR, 2016)

Semua ketentuan normatif pada pedoman ini harus diikuti sepenuhnya, sedangkan yang bersifat informatif hanya untuk memberikan contoh perhitungan AHSP terkait. Penggunaan Pedoman AHSP ini seharusnya disesuaikan dengan karakteristik dan kondisi lokasi pekerjaan. Namun untuk hal-hal tertentu yang belum tercantum dalam salah satu sektor dari pedoman ini dimungkinkan untuk menggunakan AHSP pada sektor lainnya. Selanjutnya jika belum juga tercantum dalam pedoman ini dapat menggunakan AHSP berdasarkan referensi lain yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Daerah dan/atau atas persetujuan pengguna jasa.

1. Harga Satuan Upah

Upah pekerja merupakan suatu imbalan yang harus diberikan oleh kontraktor kepada pekerja sebagai balas jasa terhadap hasil kerja mereka. Analisa harga satuan upah pekerjaan adalah menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kebutuhan upah tenaga kerja adalah besarnya jumlah upah per tenaga kerja yang dibutuhkan untuk suatu volume pekerjaan tertentu dikali koefisien upah yang dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Harga Satuan Upah} = \text{koefisien upah} \times \text{harga satuan upah}$$

Tingkatan dan tugas tenaga kerja pada masing-masing pekerjaan dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

- **Pekerja**, jenis tenaga kerja ini berada pada tingkatan tenaga kerja terendah yang tugasnya membantu dalam persiapan bahan atau pekerjaan yang tidak membutuhkan keterampilan khusus. Karena berada tingkatan yang paling rendah, tenaga kerja yang satu ini mendapatkan upah yang rendah pula.
- **Tukang**, yaitu tenaga kerja yang mempunyai keahlian khusus dalam menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu, seperti tukang kayu, tukang batu, dan tukang las.
- **Kepala Tukang**, yaitu tenaga kerja yang bertugas mengelola tukang lainnya untuk suatu bidang pekerjaan, misalnya kepala tukang kayu, kepala tukang batu, kepala tukang las.
- **Mandor**, yaitu tenaga kerja yang mempunyai tingkatan paling tinggi dalam suatu pekerjaan yang bertugas untuk memonitor jalannya pekerjaan dan memantau kinerja tenaga kerja yang lain.

Sedangkan untuk upah pekerjaan, secara luas dapat dibedakan beberapa macam yaitu :

- **Upah borongan**, yaitu upah yang harus dibayarkan kepada tenaga kerja yang ditentukan berdasarkan kesepakatan antar pekerja dengan yang memberikan pekerjaan pada saat belum dimulai pekerjaan.
- **Upah per potong atau upah satuan**, yaitu besaran upah yang akan ditentukan dengan banyaknya hasil produksi yang dicapai oleh pekerja dalam waktu tertentu. Dengan model pembayaran upah seperti ini akan membuat para pekerja berusaha segiat-segiatnya untuk mengejar penghasilan yang besar sehingga perusahaan berproduksi lebih cepat dan lebih besar.

Sedangkan jenis upah yang banyak dimanfaatkan di perusahaan-perusahaan diklasifikasikan menjadi 2 golongan yaitu:

1. Upah menurut waktu

Merupakan sistem pengupahan pekerja yang dibayar berdasarkan waktu yang dihabiskan, misalnya perjam, per hari, per bulan, per tahun, misalnya:

- Hari orang standar (standar man day). Satuan upah dalam 1 hari kerja dan disingkat h.o atau m.d., dimana 1 h.o. (m.d) = upah standar dalam 1 hari kerja. Pekerja standar adalah pekerja terampil yang dapat mengerjakan satu jenis pekerjaan saja misalnya pekerja gali, pekerja kayu, tukang batu, tukang kayu, mandor, kepala tukang, dan lain-lain.
- Jam orang standar (standar man hour). Pemberian upah tenaga kerja yang dihitung berdasarkan jam kerja efektif dan diberikan kepada tenaga yang bekerja sungguh-sungguh dan tidak boleh lengah seperti pekerja pabrik, pekerja konstruksi, dan lain-lain.
- Bulan orang standar (standar man month). Pemberian upah untuk bulanan seperti pelaksana lapangan, manajer proyek, dan lain-lain.

2. Upah menurut hasil kerja

Dengan sistem ini tenaga kerja dibayar untuk jumlah unit pekerjaan yang telah diselesaikan tanpa menghiraukan jumlah waktu yang dipergunakan.

- Upah menurut standar waktu. Dengan sistem ini upah dibayarkan berdasarkan waktu yang telah distandarisasi guna menyelesaikan suatu pekerjaan.
- Upah menurut kerja sama pekerja dan pengusaha. Sistem ini meliputi pembagian keuntungan yang pembayarannya dilakukan kemudian sebagai tambahan atau kombinasikan dengan sistem pembayaran upah yang telah disebutkan di atas.

Faktor Pengaruh Tingkatan Upah

1. Penawaran dan Permintaan Tenaga Kerja

Jenis pekerjaan yang membutuhkan kompetensi atau keterampilan tinggi dan jumlah tenaga kerjanya langka, maka besaran upah cenderung tinggi sedangkan untuk jenis pekerjaan yang mempunyai penawaran melimpah akan cenderung turun.

2. Organisasi atau Asosiasi Profesi

Ada tidaknya organisasi atau asosiasi profesi sejenis serta lemah kuatnya organisasi tersebut akan ikut mempengaruhi terbentuknya besaran upah. Adanya asosiasi profesi yang kuat, yang berarti posisi “bargaining” pegawai/tenaga kerja tersebut juga kuat.

3. Kemampuan perusahaan untuk membayar

Upah yang dikeluarkan oleh perusahaan merupakan salah satu komponen biaya produksi. Tingginya upah pekerja akan mengakibatkan naiknya biaya produksi dan akhirnya akan mengurangi keuntungan/laba yang didapat oleh perusahaan. Jika kendala biaya produksi sampai mengakibatkan kerugian bagi perusahaan, maka jelas perusahaan akan tidak mampu memenuhi fasilitas pegawainya.

4. Produktivitas

Upah pekerja merupakan imbalan atas prestasi pekerjaan. Semakin tinggi prestasi pegawai seharusnya semakin besar pula upah yang akan diterima. Prestasi biaya ini dinyatakan sebagai produktivitas.

5. Biaya Hidup

Setiap kota di Indonesia pastinya memiliki tingkatan UMR yang berbeda yang dipengaruhi oleh kebutuhan biaya hidup masyarakatnya. Dimana biaya hidup tinggi, maka upah juga cenderung tinggi. Sehingga besaran upah untuk masing- masing kota tentunya memiliki perbedaan.

6. Pemerintah Daerah

Pemerintah dengan peraturan-peraturannya juga mempengaruhi tinggi rendahnya upah. Peraturan tentang upah minimum merupakan batas bawah dari tingkat upah yang akan dibayarkan.

2. Harga Satuan Bahan Baku

Bahan yang disebut disini jenisnya tergantung pada item pekerjaannya (material pokok) dan metodenya (material penunjang). Material bangunan dapat berupa bahan dasar (raw material) yang harus diproses dalam pelaksanaan proyek konstruksi, atau berupa bahan jadi/setengah jadi yang tinggal dipasang saja pada saat pekerjaan di lapangan. Dalam melaksanakan pekerjaan pada suatu proyek, faktor waste (pemborosan) bahan sangat penting untuk dikendalikan. yang dimaksud dengan waste bahan adalah sejumlah bahan yang dipergunakan/ telah dibeli, tetapi tidak menambah nilai jual dari produknya. Biasanya ada beberapa waste bahan yang dialami oleh sebuah perusahaan sehingga perlu untuk dikendalikan, yaitu antara lain :

- Penolakan oleh owner karena bahan tidak memenuhi syarat.
- Kerusakan bahan karena kelemahan dalam handling atau penyimpanan.
- Kehilangan bahan karena kelemahan pengawasan keamanan.
- Pemborosan pemakaian di lapangan.

Analisa harga satuan bahan adalah menghitung banyaknya/volume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Sedangkan indeks satuan bahan menunjukkan banyaknya bahan yang akan diperlukan untuk menghasilkan suatu volume pekerjaan yang akan dikerjakan, baik dalam volume 1 m³, 1m², atau per m'.

Harga Satuan Bahan = koefisien bahan x harga satuan bahan

3. Harga Satuan Alat

Banyak jenis pekerjaan konstruksi yang memerlukan peranan alat guna membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur

bangunan. Oleh karena itu bila dalam pelaksanaan suatu item pekerjaan tertentu memerlukan alat-alat konstruksi, terutama jenis alat-alat berat, maka sub harga satuan alat harus dihitung tersendiri seperti halnya sub harga bahan.

Alat berat yang umum dipakai terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar antara lain dozer, excavator, front shovel, clamshell, loader, truck, roller, dan lain-lain. Dengan bantuan alat berat tersebut, penyelesaian pekerjaan bisa tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Dasar perhitungan sub harga satuan peralatan ini sama dengan sub harga satuan upah, yaitu mempertimbangkan tingkat produktivitas alat tersebut. Bila alat yang digunakan adalah sewa, maka harga sewa alat tersebut dipakai sebagai dasar perhitungan sub harga satuan peralatan. Namun bila alat yang digunakan adalah milik sendiri, maka harus dipakai “konsep biaya alat” yang terdiri dari :

- Biaya penyusutan (depresiasi) alat, yaitu biaya yang disisihkan untuk pengembalian investasi alat yang bersangkutan.
- Biaya perbaikan, yaitu meliputi biaya yang diperlukan untuk penggantian suku cadang dan upah mekanik.
- Biaya operasi, yaitu meliputi biaya-biaya yang diperlukan untuk keperluan bahan bakar, pelumas, minyak hidrolis, grease, dan upah operator.

Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek. Ketepatan dalam pemilihan peralatan untuk pekerjaan konstruksi akan memperlancar jalannya proyek.

2.3.1. AHSP Pekerjaan Struktur Konvensional

Dalam praktik konstruksi di Indonesia, pelaksanaan pekerjaan struktur beton bertulang mengacu pada ketentuan teknis yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, salah satunya melalui Peraturan Menteri

PUPR Nomor 28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Regulasi ini memberikan acuan pelaksanaan pekerjaan struktur secara sistematis, terukur, dan sesuai standar mutu.

Pada penelitian ini difokuskan hanya pada pekerjaan struktur balok, kolom dan pelat lantai. dari ketiga item elemen struktur tersebut dilakukan proses dekomposisi pekerjaan menjadi 2 sub klasifikasi pekerjaan yaitu pekerjaan pembesian, pekerjaan beton dan pekerjaan curing beton. Berikut merupakan Analisa harga satuan merujuk pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 Tahun 2016:

1. B.17 Pembesian 100 kg dengan besi polos atau ulir

B.17.b Untuk pembesian kolom, balok, ring balk dan sloof

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	2,100		
2	Tukang besi	L.02	OH	1,400		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,140		
4	Mandor	L.04	OH	0,210		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Besi Beton (polos/ulir)	M.55.d	kg	105		
2	Kawat Ikat	M.62	kg	2,1		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)				15%	x D
F	Harga Satuan Pekerjaan per - 100kg (D+E)					

B.17.a Untuk pembesian pelat lantai

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,700		
2	Tukang besi	L.02	OH	0,700		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,070		
4	Mandor	L.04	OH	0,070		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Besi Beton (polos/ulir)	M.55.d	kg	105		
2	Kawat Ikat	M.67	kg	1,5		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)				15%	x D
F	Harga Satuan Pekerjaan per - 100kg (D+E)					

2. B.13 1 m³ Beton menggunakan Ready Mixed dan bahan aditif

B.13.a 1 m³ Beton menggunakan Ready Mixed dan pompa beton

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1,000		
2	Tukang batu	L.02	OH	0,250		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,025		
4	Mandor	L.04	OH	0,100		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan * Campuran Beton					
1	Ready Mixed	M.09.x	m ³	1,02		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan Pompa dan conveyor beton					
1		E.35	Sewa- hari	0,120		
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15% x D		
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m³ (D+E)					

*) Sesuai dengan mutu beton yang digunakan

3. B.28 Pelaksanaan Curring Beton

B.28.a Menggenangi 100 m² permukaan beton dengan air

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,800		
2	Mandor	L.04	OH	0,040		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Air	M.02	m ³	5,0		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15% x D		
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m² (D+E)					

B.28.b Menyirami 100 m² permukaan beton menggunakan media terpal selama 4 hari

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,800		
2	Mandor	L.04	OH	0,080		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Karung goni	M.123. b	m ²	102		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)				15% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m² (D+E)					

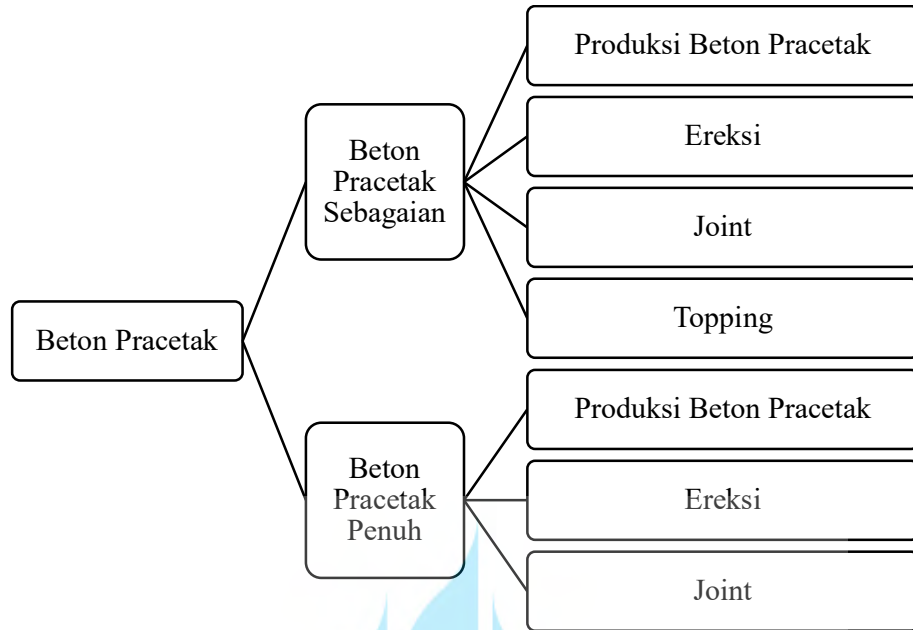
B.28.c Menyirami 100 m² permukaan beton menggunakan media karung goni selama 4 hari

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	2,000		
2	Mandor	L.04	OH	0,100		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Air	M.02	m ³	20,0		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)				15% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m² (D+E)					

2.3.1. AHSP Pekerjaan Struktur Pracetak

Dalam konteks pekerjaan pracetak, AHSP meliputi semua biaya yang berkaitan dengan produksi, transportasi, pemasangan, dan pengujian elemen pracetak. Berdasarkan SNI 7832:2019, elemen pracetak untuk bangunan gedung harus memenuhi persyaratan mutu beton, toleransi dimensi, dan sistem sambungan yang ditentukan. Oleh karena itu, perhitungan AHSP harus memperhitungkan karakteristik khusus sistem pracetak, berbeda dengan AHSP beton konvensional.

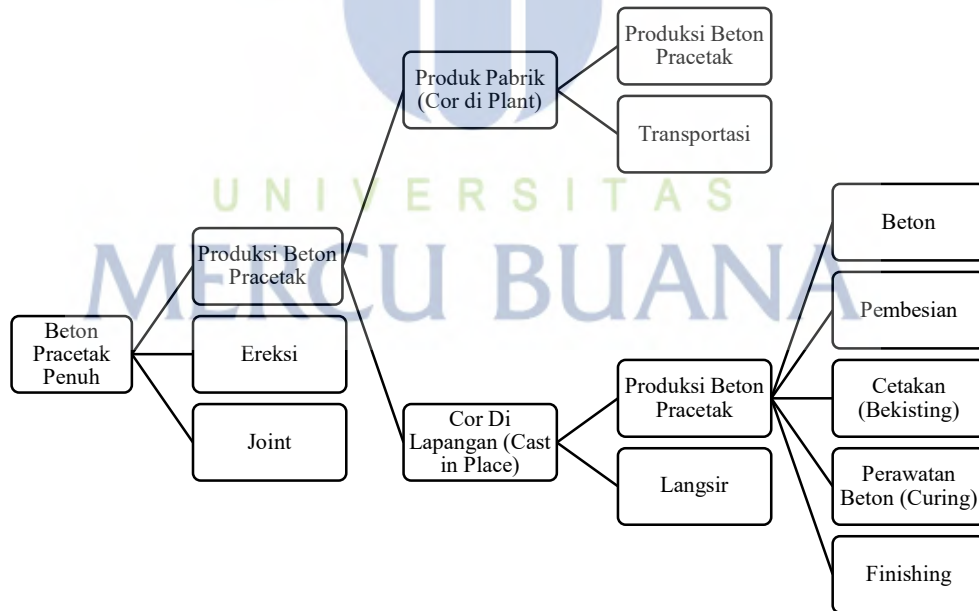
Berdasarkan Lampiran A Bagan Analisis Biaya Beton Pracetak menurut SNI 7832 Tahun 2019 tentang Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak Insitu untuk Konstruksi Bangunan Gedung sebagai berikut:



Gambar 2. 20 Bagan analisis biaya beton pracetak

Sumber: (SNI 7832, 2019)

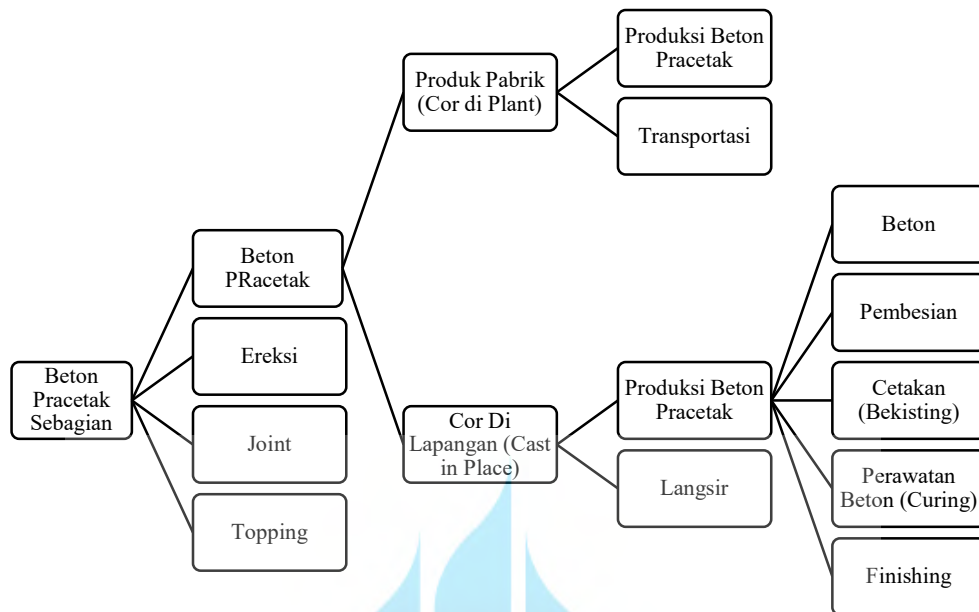
Detail dari proses produksi beton pracetak penuh sebagai berikut:



Gambar 2. 21 Bagan analisis biaya beton pracetak penuh

Sumber: (Kementerian PUPR, 2016)

Sedangkan detail dari proses produksi beton pracetak sebagian sebagai berikut:



Gambar 2. 22 Bagan analisis biaya beton pracetak sebagian

Sumber: (Kementerian PUPR, 2016)

Berikut merupakan daftar Analisa Harga Satuan Pekerjaan Struktur Precetak berdasarkan SNI 7832 Tahun 2019:

1. Analisa beton siap pakai (*readymix*) volume 1m^3

Macam Pekerjaan (Bahan)	Satuan	Koefisien	Harga Bahan/Upah	Jumlah Harga Bahan	Jumlah Harga Upah	Total
1 m ³ beton ready mix	m ³	1	-	-	-	Rp -
Total						Rp -

2. Upah tuang/tebar beton 1 m³ komponen untuk kolom pracetak (analisis 6.18)

Macam Pekerjaan (Bahan)	Satuan	Koefisien	Harga Bahan/Upah	Jumlah Harga Bahan	Jumlah Harga Upah	Total
Tuang/tebar beton 1 bh komponen untuk kolom pracetak (analisis 6.18)	m ³	1	-	-	-	Rp -
Total						Rp -

3. Pembesian 1 kg dengan besi polos atau besi ulir (analisis 6.3)

Macam pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	Total
Pembesian 1 kg dengan besi polos atau ulir						
Bahan						
Besi beton (polos/ulir)	Kg	1,05				
Kawat beton	Kg	0,015				
Upah						
Pekerja	OH	0,007				
Tukang besi	OH	0,007				
Kepala tukang	OH	0,0007				
Mandor	OH	0,0004				
Total			Rp -	Rp -	Rp -	Rp -

Dari tiga poin analisa di atas pekerjaan bekisting tidak diperhitungkan merujuk pada batasan penelitian ini. Contoh perhitungan analisa untuk satu komponen beton (kebutuhan beton, tulangan, upah cor dan pembesian akan menyesuaikan pada panel pracetak yang akan di produksi) berdasarkan SNI 7832 Tahun 2019 sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Contoh Analisa harga satuan 1 buah komponen pracetak

Macam pekerjaan	Satuan	Koefisien	Harga satuan	Jumlah
Beton	m ³	0,42	-	-
Upah tuang/tebar beton	m ³	0,42	-	-
Baja tulangan	Kg	119,26	-	-
*Buat cetakan	m ²	4,48	-	-
*Buka pasang cetakan	bh	1,00	-	-
Total				Rp -

Sumber: (SNI 7832, 2019)

Sedangkan contoh analisis pemasangan (ereksi + langsir) untuk elemen kolom, balok dan pelat sebagai berikut:

1. Ereksi + langsir 1 buah komponen pelat beton pracetak

Macam pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	Total
Ereksi (analisis 6.19)	bh	1	-	-	-	-
Langsir (analisis 6.22)	bh	1	-	-	-	-
Total						Rp -

2. Ereksi + langsir 1 buah komponen kolom beton pracetak

Macam pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	Total
Ereksi (analisis 6.21)	bh	1	-	-	-	-
Langsir (analisis 6.24)	bh	1	-	-	-	-
Total						Rp -

3. Ereksi + langsir 1 buah komponen balok beton pracetak

Macam pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	Total
Ereksi (analisis 6.20)	bh	1	-	-	-	-
Langsir (analisis 6.23)	bh	1	-	-	-	-
Total						Rp -

Catatan: Analisa harga satuan pekerjaan struktur pracetak akan meenyesuaikan kondisi aktual di lapangan

2.4. Studi Literatur

2.4.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 5 Studi literatur penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Variabel Utama	Metode Penelitian	Hasil Utama	Keterkaitan dengan Penelitian ini
1	D. N. Hapsari	2023	Penerimaan Masyarakat terhadap Metode Pracetak	Penerimaan, Persepsi	Survei	Terdapat resistensi terhadap pracetak meskipun menunjukkan efisiensi.	Berguna untuk memahami tantangan sosial dalam penelitian ini
2	Setyaningsih, D.	2020	Analisis Perbandingan Metode Konvensional dan Pracetak pada Proyek Gedung Bertingkat	Biaya, waktu, dampak lingkungan	Kuantitatif (studi kasus)	Metode pracetak lebih cepat, namun biaya material lebih tinggi. Dampak lingkungan lebih rendah pada metode pracetak.	Penelitian ini juga membahas dampak lingkungan terkait parameter pemilihan sistem pracetak
3	Pratama, M.	2021	Evaluasi Kinerja Pekerja pada Metode Konvensional dan Pracetak	Produktivitas, kepuasan kerja	Kualitatif (wawancara, observasi)	Produktivitas lebih tinggi pada metode pracetak, namun kepuasan kerja lebih tinggi pada metode konvensional.	Penelitian ini akan mengkaji produktivitas pracetak dan konvensional
4	Hui & Khoon	2022	Comparative Study On Precast Building Construction And Conventional Building Construction For Housing Project In Sarawak	Produktivitas Biaya dan Waktu	Kuantitatif (studi kasus)	Metode pratuang lebih hemat sekitar 19%, dengan total biaya proyek sebesar RM 354.968,50, dibandingkan dengan RM 422.687,85 untuk metode konvensional.	Penelitian ini relevan karena membahas aspek biaya dan metode konvensional dan pracetak.

No.	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Variabel Utama	Metode Penelitian	Hasil Utama	Keterkaitan dengan Penelitian ini
5	Setiawan, A.	2022	Analisis Biaya-Waktu-Kualitas pada Proyek Gedung Bertingkat Menggunakan Metode Manajemen Proyek	Biaya, waktu, kualitas	Kuantitatif (analisis regresi)	Metode pracetak dikombinasikan dengan metode manajemen proyek tertentu dapat meningkatkan efisiensi waktu dan kualitas.	Penelitian ini relevan karena membahas pengaruh metode manajemen proyek terhadap kinerja proyek secara keseluruhan.
6	Joko	2020	Perbandingan Waktu Konstruksi antara Metode Pracetak dan Konvensional	Waktu Konstruksi	Eksperimen	Metode pracetak 20% lebih cepat	Menyediakan data waktu konstruksi untuk analisis
7	Ali	2021	Analisis Biaya Konstruksi antara Metode Pracetak dan Konvensional	Biaya Konstruksi	Analisis Biaya	Pracetak mengurangi biaya 15%	Mendorong efisiensi biaya dalam penelitian saya
8	Putri dan Budi	2022	Pengaruh Metode Pracetak terhadap Durabilitas Struktur	Durabilitas	Eksperimen	Durabilitas pracetak 30% lebih baik	Menjadi referensi dalam analisis durabilitas
9	Kumar & Singh	2023	Socioeconomic Impacts of Prefabricated Construction	Penerimaan, Ekonomi	Survei	Penerimaan masyarakat terhadap pracetak meningkat, berdampak positif pada ekonomi lokal.	Berguna untuk memahami aspek sosial dalam penelitian ini.
10	Brown & White	2020	Innovations in Prefabricated Construction Technologies	Teknologi, Efisiensi	Kualitatif (observasi)	Inovasi teknologi dalam pracetak meningkatkan efisiensi konstruksi hingga 25%.	Mendukung kajian teknologi dalam penelitian ini.

(Sumber: Olahan Penulis, 2026)

2.4.2 Research Gap

Tabel 2. 6 Research Gap

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Variabel Utama (X)			Variabel Utama (Y)		
			Struktur	Biaya	Waktu	Kolom	Balok	Pelat
1	Alfiansyah A	Analisis Perbandingan Volume dan Biaya Pada Struktur Kolom, Balok dan Pelat Menggunakan Beton Pracetak dan Konvensional (Studi Kasus Gedung Pasukan Pengaman Presiden IKN)		√		√	√	√
2	Setyaningsih, D.	Analisis Perbandingan Metode Konvensional dan Pracetak pada Proyek Gedung Bertingkat			√	√	√	√
3	Pratama, M.	Evaluasi Kinerja Pekerja pada Metode Konvensional dan Pracetak	√	√		√	√	√
4	Hui & Khoon	Comparative Study On Precast Building Construction And Conventional Building Construction For Housing Project In Sarawak	√	√		√	√	
5	Setiawan, A.	Analisis Biaya-Waktu-Kualitas pada Proyek Gedung Bertingkat Menggunakan Metode Manajemen Proyek	√		√		√	√
6	Joko	Perbandingan Waktu Konstruksi antara Metode Pracetak dan Konvensional			√	√	√	
7	Ali	Analisis Biaya Konstruksi antara Metode Pracetak dan Konvensional		√				√
8	Putri dan Budi	Pengaruh Metode Pracetak terhadap Durabilitas Struktur		√			√	√

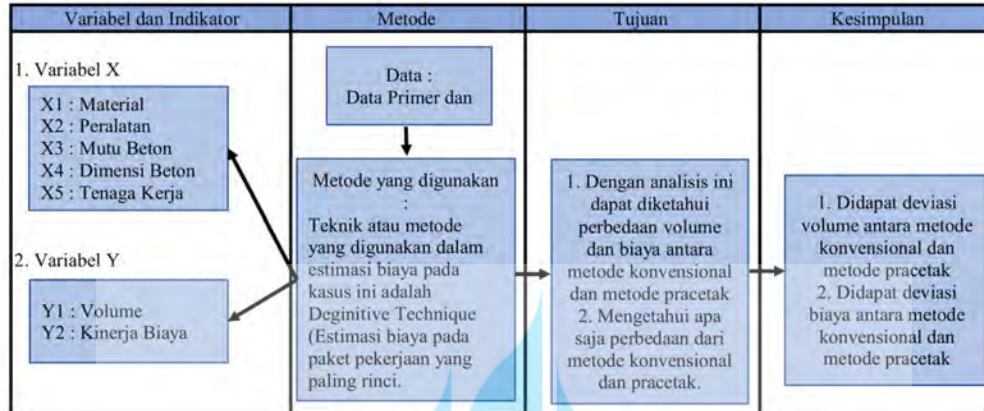
No.	Peneliti	Judul Penelitian	Variabel Utama (X)			Variabel Utama (Y)		
			Struktur	Biaya	Waktu	Kolom	Balok	Pelat
9	Kumar & Singh	Socioeconomic Impacts of Prefabricated Construction		√		√	√	√
10	Brown & White	Innovations in Prefabricated Construction Technologies			√		√	√
11	D. N. Hapsari	Penerimaan Masyarakat terhadap Metode Pracetak		√	√		√	√

(Sumber: Olahan Penulis)



2.5. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada penelitian ini dibuat sesuai dengan alur yang seharusnya agar mencapai tujuan yang diinginkan, berikut adalah kerangka pada penelitian :



Gambar 2. 23 Kerangka berpikir

Sumber : (Olahan Penulis, 2026)