

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN PELAT, BALOK DAN KOLOM ANTARA METODE BETON KONVENSIONAL DENGAN PRECAST

Wahyu Febrianto Nur Tantular¹, Lila Ayu Ratna winanda², Vega Aditama³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: wahyu.tantular20@gmail.com

ABSTRACT

Currently, construction development is increasingly rapid. Various breakthrough methods in terms of planning and implementing construction work continue to be developed. In construction, there are two concrete work methods used, namely the conventional method (*cast in situ*) and the precast method. In terms of physical implementation, precast concrete installation tends to be more practical, but there are several factors that are taken into consideration to continue using conventional methods, such as the costs of transportation and installation. Thus, this research aims to determine the comparison of costs for implementing conventional and precast structures. The required data is obtained from the parties concerned. Data analysis was carried out by calculating the total cost of conventional concrete work and also the total cost of precast concrete work based on SNI and AHSP. After getting the results of the costs for installing conventional and precast concrete, the next step is to compare the costs between the two methods. In this research, it was found that the precast method cost Rp.1.841.515.479,59 and the conventional method cost Rp.1.699.076.825,74. So the difference in cost between the precast and conventional methods is Rp.142.438.653 or 7,735% more expensive than the precast method. The analysis results show that conventional methods are more effective in constructing the BPJS Employment Building.

Keyword: *building projects, cast in situ, cost analysis, precast,*

ABSTRAK

Saat ini perkembangan konstruksi semakin pesat. Berbagai terobosan metode dalam hal perencanaan maupun pelaksanaan pekerjaan suatu konstruksi terus dikembangkan. Dalam konstruksi ada dua metode pekerjaan beton yang dipakai yaitu metode konvensional (*cast in situ*) dan metode pracetak (*precast*). Pada pelaksanaan fisiknya pemasangan beton pracetak cenderung lebih praktis namun ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk tetap memakai metode konvensional seperti timbulnya biaya transportasi dan pemasangan. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya pada pelaksanaan struktur konvensional dan *precast*. Data yang diperlukan didapat dari pihak yang bersangkutan. Analisis data dilakukan dengan menghitung biaya total pengerjaan beton konvensional dan juga biaya total pengerjaan beton *precast* berdasarkan SNI dan AHSP. Setelah mendapatkan hasil biaya pemasangan beton konvensional maupun *precast*, langkah selanjutnya yaitu membandingkan biaya antara dua metode tersebut. Pada penelitian ini didapatkan biaya metode *precast* sebesar Rp.1.841.515.479,59 dan metode konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp.1.699.076.825,74. Sehingga selisih biaya pada metode *precast* dengan konvensional sebesar Rp.142.438.653 atau 7,735% lebih mahal metode *precast*. Dari hasil analisis menunjukkan metode konvensional lebih efektif dalam pembangunan Gedung BPJS Ketenagakerjaan.

Kata kunci: *Analisis biaya, Cast in situ, Precast, Proyek gedung*

1. PENDAHULUAN

Manajemen dalam mengelola suatu kegiatan pekerjaan konstruksi sangat diperlukan di bidang konstruksi saat ini. Dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi banyak usaha yang biasa dilakukan untuk mencapai keberhasilan dari sisi biaya, mutu, dan waktu baik secara struktur maupun manajemen konstruksi (Widiasanti, 2013). Saat ini perkembangan dunia konstruksi semakin pesat. Berbagai terobosan metode dalam hal perencanaan maupun pelaksanaan pekerjaan suatu konstruksi terus dikembangkan. Proyek pada umumnya memiliki jangka waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah ini maka keberhasilan dalam pelaksanaan

sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting. Dalam konstruksi ada dua metode pekerjaan beton yang dipakai yaitu metode konvensional dan metode pracetak (*precast*). Saat ini pembangunan struktur yang menggunakan beton pracetak (*precast*) untuk pembangunan rumah tinggal, gedung bertingkat, apartemen, perkantoran dan lain-lain berkembang sangat pesat. Beton pracetak (*precast*) memiliki kelebihan seperti kualitas produk yang lebih baik dan terjamin, lebih awet serta ramah lingkungan. Didalam pelaksanaan fisiknya pemasangan beton pracetak lebih cepat waktu penyelesaiannya dibandingkan dengan beton konvensional. Namun ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk tetap memakai metode

konvensional dibanding dengan beton pracetak (*precast*) seperti timbulnya biaya transportasi dan pemasangan (Sedyanto & Alkik, 2018). Dengan demikian diperlukan adanya suatu analisis untuk mengetahui tingkat efisiensi dan efektifitas antara metode konvensional dengan metode pracetak (*precast*) bila ditinjau dari segi biaya yang dibutuhkan. Dalam tugas akhir ini penulis bermaksud untuk membandingkan mana yang lebih efisien dari kedua metode tersebut pada objek penelitian di Pembangunan Gedung BPJS Ketenagakerjaan Kota Malang yang nantinya bisa dipakai sebagai referensi pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan metode pelaksanaan proyek.

2. DASAR TEORI

Dalam konstruksi ada dua metode pekerjaan beton yang dipakai yaitu metode konvensional dan metode pracetak (*precast*). Metode konvensional yaitu yang semua pengerjaannya dilakukan di lokasi proyek mulai dari pemasangan baja tulangan hingga pengecoran. Sedangkan metode pracetak yaitu pengerjaan dilakukan di lokasi berbeda dari lokasi proyek tetapi memerlukan transportasi dan alat angkut untuk pengangkutan komponen pracetak.

Studi Literatur

(Ulianto & Musyafa, 2019) Selisih harga antara metode beton konvensional dan metode beton pracetak adalah sebesar Rp Rp1.629.870.948 atau metode beton pracetak lebih mahal 53,1% dari metode beton konvensional.

(Baroq & Nugraheni, 2019) Selisih harga antara metode beton konvensional dan beton pracetak *precast* sebesar Rp 265,582,250.00 atau metode beton pracetak lebih mahal 42% dari metode beton konvensional.

Perbedaan Sistem Beton Konvensional dan Beton Pracetak

Beton konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Salah satu keunggulan dari beton konvensional adalah mudah dibentuk dalam berbagai penampang dan mudah dalam pengerjaannya di lapangan. Sedangkan untuk kelemahannya, beton konvensional memerlukan biaya bekisting, biaya upah kerja yang cukup banyak. Beton pracetak atau pabrikasi tidak berbeda dengan beton biasa. Beton pabrikasi dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu tempat atau lokasi yang berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan. Adapun keunggulan dari beton pabrikasi adalah kecepatan dalam pelaksanaannya (hemat biaya dan waktu) tapi metode ini membutuhkan peralatan lapangan dengan kapasitas angkat yang cukup untuk mengangkat komponen konstruksi dan

menempatkannya pada posisi tertentu (Putra & Megantara, 2020).

Metode Pelaksanaan Beton Konvensional

1. Pembesian: Pekerjaan pembesian meliputi merakit tulangan sesuai dengan spesifikasi yang ada dalam gambar proyek. Setelah dirakit lalu diangkat kemudian disambungkan pada titik stek yang telah ditentukan.
2. Pemasangan bekisting: bekisting merupakan cetakan yang dibuat pada proses pengecoran dan difungsikan untuk membentuk konstruksi tertentu, misalnya balok, pelat, kolom, atau dinding. Bekisting digunakan sebagai wadah untuk beton yang sedang dibentuk untuk nantinya dibuka jika telah memenuhi standar yang telah ditentukan.
3. Pengecoran: merupakan pekerjaan penuangan beton segar ke area bekisting yang telah diberi tulangan.
4. Pembongkaran bekisting: Pembongkaran bekisting dilakukan ketika beton sudah mengeras dan sudah diijinkan oleh pihak pengawas proyek. Hal ini dilakukan berdasarkan hasil test beton yang sudah dilakukan di laboratorium sesuai dengan benda uji yang diambil pada saat pelaksanaan pengecoran.

Metode Pelaksanaan Beton Pracetak

1. Produksi: Tahap produksi dilakukan pada pihak produsen atau pabrikator pracetak, sehingga dengan menyerahkan pekerjaan tersebut kepada pabrikator profesional maka hambatan teknis dapat dikurangi.
2. Transportasi: Faktor produksi yaitu penentuan prioritas, komponen mana yang lebih dulu diproduksi harus sesuai rencana kerja, lalu diperlukan koordinasi terhadap semua pihak agar pelaksanaan di lapangan dapat berjalan dengan baik.
3. *Erection*: Tahap *erection* merupakan penyatuan komponen bangunan yang berupa beton pracetak yang telah diproduksi dan layak untuk disatukan menjadi bagian bangunan. Pada tahap ini harus diperhitungkan berapa kapasitas *crane* dan jumlah tenaga kerja yang akan diperlukan.

Perhitungan Biaya Konstruksi

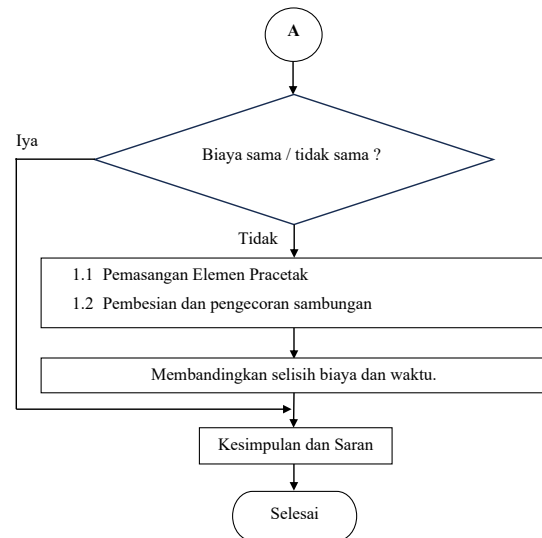
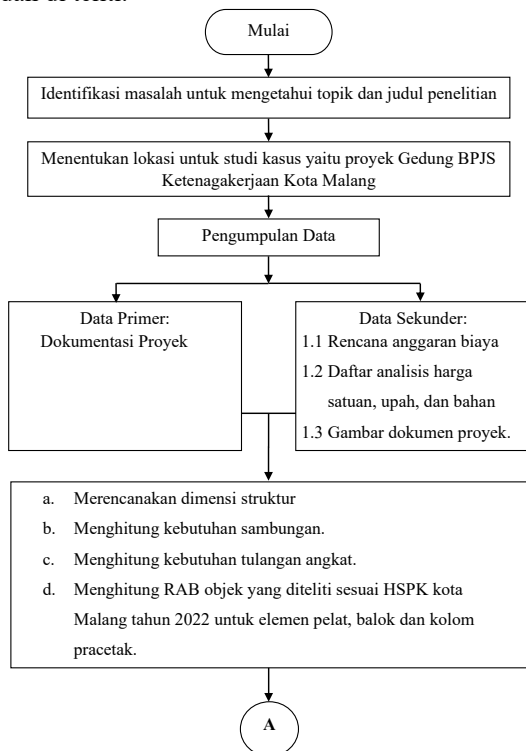
1. Perhitungan Volume Pekerjaan: Perhitungan volume pekerjaan digunakan untuk menentukan kebutuhan biaya dan waktu pada saat konstruksi dilakukan.
2. Produktivitas Pekerjaan: Produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang ada (*input*), sehingga produktivitas mengandung pengertian yaitu perbandingan antara hasil yang dicapai dengan peran tenaga kerja persatuan waktu.
3. Alat Berat Yang Digunakan: Pemilihan alat berat perlu direncanakan dengan baik karena penggunaan peralatan dapat mengakibatkan

efisiensi yang tentunya akan berpengaruh besar terhadap biaya pelaksanaan. Pada pekerjaan pelaksanaan metode precast ini, ada dua alat berat yang digunakan yaitu *tower crane* dan *concrete pump*.

- Perhitungan Rencana Anggaran Biaya: Rencana Anggaran Biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat.
- Manajemen Waktu Konstruksi: Manajemen proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Dalam mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (Astari et al., 2021).

3. METODOLOGI STUDI

Penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk menyelesaikan masalah yang dibahas dengan menggunakan data yang diperoleh melalui pengamatan langsung dilapangan (observasi) maupun menggunakan literatur sehingga dapat sesuai dengan prosedur penelitian. Penelitian ini akan membahas tentang analisis biaya dan waktu pada pelaksanaan pekerjaan struktur kolom dengan metode pracetak, dengan cara membuat Analisa perhitungan struktur dan rencana anggaran biaya (RAB) pada masing-masing metode, kemudian penulis dapat merencanakan anggaran biaya proyek lainnya dengan menggunakan harga satuan pekerjaan (HSP) yang sudah di teliti.



Gambar 1 Bagan Alir Studi

4. PEMBAHASAN

Data Proyek

- Nama Proyek : Pembangunan Gedung BPJS Ketenagakerjaan Kota Malang
- Lokasi : Jl. Dr. Soetomo No.1, RW.003, Kecamatan Klojen, Kota Malang, Jawa Timur
- Pemilik Proyek : BPJS Ketenagakerjaan Cabang Malang
- Kontraktor : PT. MITRA TAMA KONSTRUKSI
- Waktu Pelaksanaan : 520 hari kalender
- Luas Bangunan : 100 Meter (30 Meter + 40 Meter + 30 Meter)
- Nilai Kontrak : Rp. 6,775,000,000.00
- Nomor Kontrak : -

Perhitungan Metode Konvensional

Perhitungan Volume Beton Struktur

Untuk menghitung volume beton adalah dengan cara menghitung luas permukaan kolom kemudian dikalikan dengan tinggi kolom. Hasil akhir yang akan didapatkan adalah angka dengan satuan m³.

$$V = P \times l \times t$$

Untuk rekapitulasi volume beton kolom, balok, pelat setiap lantai dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3:

1. Kolom

Tabel 1 Volume Beton Kolom Setiap Lantai

Volume Beton Keseluruhan (m ³)			
Lantai 1 (t=3.6m)	Lantai 2 (t=3.4m)	Lantai 3 (t=3m)	Lantai 4 (t=2.75m)
20.74	16.32	10.56	-
-	-	3.84	3.52

2. Balok

Tabel 2 Rekapitulasi Volume Pembetonan Balok

No	BALOK	Panjang (p)	Vol. Beton (m ³)	Vol. Bekisting (m ²)
		As to As (m)		
		<i>b.h.p</i>		<i>((b+(h.2)).p</i>

No	BALOK	Panjang (p)	Vol. Beton (m3)	Vol. Bekisting (m2)
		As to As (m)		
		$b.h.p$		$((b+(h.2)).p$
1	B1	2	0.30	2.60
2	B1	3	0.45	3.90
3	B1	4	0.60	5.20
4	B1	6	0.90	7.80
5	B2	3	0.30	3.15
6	B2	4	0.40	4.20
7	B3	3	0.24	3.00
8	B3	4	0.32	4.00
9	B3	6	0.48	6.00
10	B4	2	0.06	1.10
11	B4	3	0.09	1.65

3. Pelat

Tabel 3 Rekapitulasi Volume Pembetonan Pelat

Pelat	Volume Beton	Volume bekisting	Volume Tulangan
	m3	m2	kg
S1	39.93	332.75	4921.17285
S2	22.572	188.1	2781.88614
S3	9.576	79.8	1180.19412
S4	9.24	77	1138.7838
S5	14.4375	120.3125	1779.349688
S6	2.94	24.5	362.3403
Jumlah	98.6955	822.4625	12163.7269

Perhitungan Volume Tulangan Struktur

Berat Tulangan = $0,25 \times \pi \times D^2 \times \text{berat jenis besi}$

• Tulanga Utama
 Volume Tulangan = $\text{Berat tulangan} \times \text{Tinggi kolom} \times \text{Jumlah tulangan}$

• Tulanga Sengkang
 Panjang Tul.Sengkang = $2 \times (p + l)$

Untuk rekapitulasi volume tulangan kolom, balok, pelat setiap lantai dapat dilihat pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6:

1. Kolom

Tabel 4 Rekapitulasi Volume Tulangan kolom

Volume Tulangan Keseluruhan (kg)			
Lantai 1 (t=3.6m)	Lantai 2 (t=3.4m)	Lantai 3 (t=3m)	Lantai 4 (t=2.75m)
4.583,06	3.607,04	2.333,96	-
-	-	549,38	503,60

2. Balok

Tabel 5 Rekapitulasi Volume Tulangan balok

No	BALOK	Vol. Tulangan			
		Tumpuan		lapangan	
		Utama (kg)	Sengkang (kg)	Utama (kg)	Sengkang (kg)
1	B1	14.20	9.86	14.20	6.57
2	B1	21.30	14.79	21.30	9.86
3	B1	28.40	19.72	28.40	13.15
4	B1	42.59	29.58	42.59	19.72
5	B2	16.56	12.02	16.56	8.01

No	BALOK	Vol. Tulangan			
		Tumpuan		lapangan	
		Utama (kg)	Sengkang (kg)	Utama (kg)	Sengkang (kg)
6	B2	22.09	16.02	22.09	10.68
7	B3	16.56	11.09	16.56	7.39
8	B3	22.09	14.79	22.09	9.86
9	B3	33.13	22.18	33.13	14.79
10	B4	6.31	2.88	6.31	2.88
11	B4	9.47	4.31	9.47	4.31

3. Pelat

Tabel 6 Rekapitulasi Volume Tulangan pelat

Pelat	Volume Tulangan (kg)
	S1
S2	2781.88614
S3	1180.19412
S4	1138.7838
S5	1779.349688
S6	362.3403
Jumlah	12163.7269

Analisa Harga Satuan

Analisa Harga Satuan didapatkan dari AHSP bidang Cipta Karya dan Perumahan tahun 2022 (Anonim, 2022a). Berikut terlampir pada tabel 7, tabel 8, tabel 9

Tabel 7 Harga Satuan Pekerjaan Bekisting

No	Uraian	Satuan	Koefisier	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A	Tenaga kerja				
1	Pekerja	OH	0.660	122,385.00	80,774.10
2	Tukang kayu	OH	0.330	139,350.00	45,985.50
3	Kepala Tukang Kayu	OH	0.033	157,350.00	5,192.55
4	Mandor	OH	0.033	165,830.00	5,472.39
	Jumlah Upah Tenaga kerja				137,424.54
B	Bahan				
1	Kayu Kelas III	m3	0.015	4,500,000.00	67,500.00
2	Paku 5cm-12cm	Kg	0.400	16,000.00	6,400.00
3	Minyak Bekisting	Ltr	0.200	15,000.00	3,000.00
4	Multipleks T = 9 Mm (1,20 X 2,40) M	Lbr	0.350	127,000.00	44,450.00
	Jumlah harga bahan				121,350.00
C	Peralatan				
1	Perancah / Steger	m2	1.000	65,000	65,000.000
	Jumlah Harga Peralatan				65,000.000
D	jumlah harga tenaga kerja, bahan dan peralatan (A+B+C)				323,755
E	biaya umum dan keuntungan (maksimum 15%)			15% x D	48,566

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
F	harga satuan pekerjaan (D+E)				372,341

(Sumber: AHSP 2022)

Tabel 8 Harga Satuan Pekerjaan Pembesian

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A Tenaga kerja					
1	Pekerja	OH	0.007	122,385.00	856.70
2	Tukang Besi	OH	0.007	139,350.00	975.45
3	Kepala Tukang Besi	OH	0.001	157,350.00	110.15
4	Mandor	OH	0.000	165,830.00	66.33
Jumlah Upah Tenaga kerja					2,008.62
B Bahan					
1	Besi Beton ULIR	kg	1.050	10,500.00	11,025.00
2	Kawat Beton	Kg	0.015	17,000.00	255.00
Jumlah harga bahan					11,280.00
C Peralatan					
1	Pemotong Besi	Jam	0.007	22,600	158.20
2	Pembengkok Tulangan	Jam	0.007	22,600	158.20
Jumlah Harga Peralatan					316.40
D jumlah harga tenaga kerja, bahan dan peralatan (A+B+C)					13,605
E biaya umum dan keuntungan (maksimum 15%)				15% x D	2.041
F harga satuan pekerjaan (D+E)					15,646

(Sumber: AHSP 2022)

Tabel 9 Harga Satuan Pekerjaan Pembetonan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6
A Tenaga kerja					
1	Pekerja	OH	1.650	122,385.00	201,935.25
2	Tukang Batu	OH	0.275	139,350.00	38,321.25
3	Kepala Tukang Batu	OH	0.028	157,350.00	4,405.80
4	Mandor	OH	0.083	165,830.00	13,763.89
Jumlah Upah Tenaga kerja					258,426.19
B Bahan					
1	Beton Ready Mix k-250	m3	1.020	750,000.00	65,000.00
Jumlah harga bahan					765,000.00
C Peralatan					
1	Pompa Beton	m3	1.000	56,500	56,500.00
Jumlah Harga Peralatan					56,500.00
D jumlah harga tenaga kerja, bahan dan peralatan (A+B+C)					1,079,926
E biaya umum dan keuntungan (maksimum 15%)				15% x D	161,989
F harga satuan pekerjaan (D+E)					1,241,915

(Sumber: AHSP 2022)

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya untuk biaya langsung meliputi biaya bahan/material dan biaya sewa alat berat (Anonim, 2022b). Biaya bahan dan material didasarkan pada biaya bahan & pemasangan. Untuk hasil rekapitulasi biaya pada pekerjaan struktur konvensional dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya Konvensional

No	Uraian	konvensional
1	durasi pekerjaan	54 hari
2	biaya pekerjaan kolom	Rp 399,505,136.07
3	biaya pekerjaan balok	Rp 598,439,638.00
4	biaya pekerjaan pelat	Rp 619,118,651.67
5	biaya sewa alat	Rp 82,013,400.00
6	total biaya	Rp 1,699,076,825.74

Dari total rencana anggaran biaya dan pemasangannya didapatkan total biaya sebesar Rp1.617.063.425,74 dengan jumlah biaya sewa alatnya sendiri adalah sebesar Rp82.013.400,00 Maka dapat disimpulkan bahwa total biaya langsung yang diperlukan untuk melaksanakan proyek dengan metode konvensional adalah Rp1.699.076.825,74.

Perhitungan Metode Precast

Perhitungan Volume Struktur

Berikut pada tabel 11, tabel 12, tabel 13 merupakan rekapitulasi volume struktur kolom, balok dan pelat precast.

1. Kolom

Tabel 11 Tabel rekapitulasi jumlah panel kolom precast

Lantai	Jenis Kolom	Jumlah Kolom	Panjang Kolom	Volume Kolom
1	K1	36	129.6	20.7
2	K1	30	102.0	16.3
3	K1	22	66	10.6
	K2	8	24	1.5
4	K2	8	22.4	1.4

2. Balok

Tabel 12 Tabel rekapitulasi jumlah balok precast

Lantai	Jenis Balok	Jumlah Balok	Panjang Balok	Volume Balok
1	B1	6	12	1.4
	B1	14	42	4.8
	B1	13	52	5.9
	B1	21	126	14.4
	B3	3	6	0.3
	B3	5	20	1.1
	B3	19	114	6.4
2	B1	10	20	2.3
	B1	30	90	13.5
	B1	22	88	13.2
	B1	28	168	25.2
	B3	6	24	1.3
3	B3	28	168	9.4
	B1	6	18	2.1
	B2	16	108	3.4

Lantai	Jenis Balok	Jumlah Balok	Panjang Balok	Volume Balok
3	B2	8	32	2.2
	B3	4	12	0.7
	B3	6	24	1.3
	B3	12	72	4.0
4	B4	6	12	0.4
	B5	4	12	0.4

3. Pelat

Tabel 13 Tabel rekapitulasi jumlah panel balok precast

Lantai	Jenis Balok	Jumlah Balok	Panjang Balok	Volume Balok
1	S1	74	218.3	23.3
	S2	30	57	6.1
2	S1	68	200.6	21.4
	S2	22	41.8	4.5
3	S1	32	94.4	10.1
	S2	22	41.8	4.5
4	S2	3	5.7	0.6

Perhitungan Volume Sambungan

Volume sambungan yang dihitung pada penelitian ini adalah volume beton untuk sambungan kolom ke balok, balok ke pelat, pelat ke pelat. Volume yang dihitung pada sambungan adalah volume beton dan volume besi.

1. Sambungan Kolom ke Balok

$$Volume\ sambungan\ /m^3 = b \times h \times p$$

$$Volume\ sambungan\ total = Volume\ /m^3 \times Jumlah\ kolom$$

Volume beton untuk sambungan kolom ke balok memiliki lebar yang berbeda, tergantung kolom dan balok yang menjadi tumpuan yang kemudian ditumpangi pelat precast. Berikut pada tabel 14 merupakan rekapitulasi volume sambungan beton kolom-balok.

Tabel 14 Volume Sambungan Beton Kolom-Balok

Letak	Volume (m3)
Lantai 1	2.1888
Lantai 2	1.824
Lantai 3	1.3376
Lantai Atap	

2. Sambungan Balok ke Pelat

$$Volume\ sambungan\ /m^3 = b \times h \times p$$

$$Volume\ sambungan\ total = Volume\ /m^3 \times Panjang\ balok$$

$$Volume\ tulangan = n \times w \times p$$

$$Volume\ tulangan\ total = Volume\ /kg \times Panjang\ balok$$

Untuk menghitung volume sambungan beton adalah dengan cara mengalikan lebar balok dikurangi tumpuan pelat dan dikalikan dengan tebal pelat 120mm. Untuk volume sambungan balok sendiri dijadikan satuan per meter panjang sehingga memudahkan perhitungan. Untuk hasil rekapitulasi volume sambungan beton dan tulangan pada balok-pelat dapat dilihat pada tabel 15 dan tabel 16.

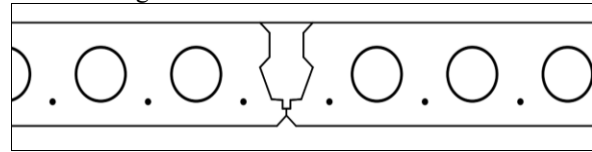
Tabel 15 Volume Sambungan Beton Balok-Pelat

Letak	Volume
Lantai 1	21.204
Lantai 2	31.806
Lantai 3	11.742
Lantai Atap	1.368

Tabel 16 Volume Tulangan Balok-Pelat

Letak	Volume
Lantai 1	459.048
Lantai 2	688.572
Lantai 3	254.204
Lantai Atap	29.616

3. Sambungan Antar Pelat



Gambar 2 Sambungan Pelat

Volume beton = 0,004859 m3 (perhitungan autocad)
 Sambungan antar pelat dihitung dengan cara kebutuhan volume beton dan tulangan setiap meter Panjang dikali total panjang pelat precast sambungan.

$$Volume\ sambungan\ /m^3 = b \times h \times p$$

$$Volume\ sambungan\ total = Volume\ /m^3 \times Panjang\ pelat$$

$$Volume\ tulangan = n \times w \times p$$

$$Volume\ tulangan\ total = Volume\ /kg \times Panjang\ pelat$$

Berikut pada tabel 17 dan tabel 18 merupakan rekapitulasi volume sambungan beton dan tulangan antar pelat.

Tabel 17 Volume Beton Sambungan Pelat-Pelat

Letak	Volume beton
Lantai 1	1.338
Lantai 2	1.178
Lantai 3	0.662
Lantai Atap	0.028

Tabel 18 Volume Tulangan Sambungan Pelat-Pelat

Letak	Volume tulangan
Lantai 1	169.860
Lantai 2	149.561
Lantai 3	84.035
Lantai Atap	3.517

Kontrol Pengangkatan Pracetak

Untuk menjamin agar elemen pracetak tidak mengalami kerusakan/keretakan elemen pracetak harus diperhatikan pada saat proses pengangkatan. Setelah dilakukan perencanaan struktur sekunder perlu dilakukan kontrol pengangkatan, dimana dalam pelaksanaan pekerjaan beton pracetak perlu erection atau pengangkatan elemen pracetak dari site ke tempat

pemasangan beton pracetak harus diperhatikan dengan teliti.

1. Pengangkatan Elemen Balok Pracetak

Pada saat pengangkatan direncanakan menggunakan 2 buah titik angkat yang sudah disediakan oleh PCI edisi ke-7.

Pembebanan balok

$$Q_u = 1,2D$$

Modulus hancur

$$f_r = 0,62 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}$$

Momen inersia

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$$

Momen retak

$$M_{cr} = (f_r \cdot I) / Y_t$$

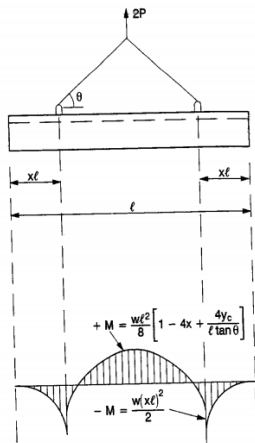
Momen maksimum

$$M^+ = \frac{q_u \cdot l^2}{8} x \left(1 - 4x + \frac{4 \cdot y_c}{l \cdot \tan \theta} \right)$$

Dimana:

$$M_{cr} \geq M \dots \dots \dots (OK)$$

Y_t = Jarak dari sumbu pusat penampang, yang mengabaikan tulangan (Anonim, 2019).



Gambar 3 Titik Pengangkatan Balok Pracetak
 (Sumber: "PCI Design Handbook Precast And Prestressed Concrete, 7th Edition," (Anonim, 2010))

Untuk hasil rekapitulasi perhitungan letak titik angkat dan kontrol momen pengangkatan pada balok dapat dilihat pada tabel 19.

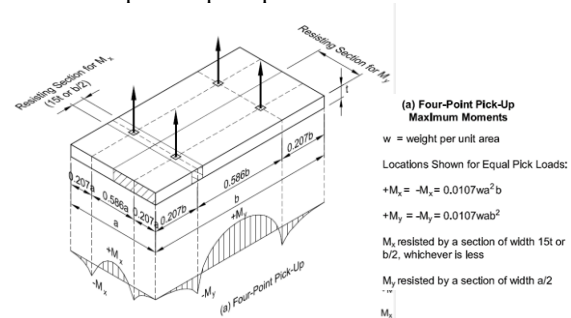
Tabel 19 Rekap Letak Titik Angkat Dan Momen

Jenis Balok	Jarak titik angkat			Momen retak	Momen
		Lap.	Tump.	Mm ⁴	M+ = M-
	buah	m	m	Nmm	Nmm
B1	2.0	1.4	0.6	15,333,439.76	1,807,931.565
B1	2.0	2.2	0.8	23,000,159.65	3,369,680.608
B1	2.0	3.0	1.0	30,666,879.53	5,399,202.495
B1	2.0	4.6	1.4	46,000,319.29	10,864,714.98
B2	2.0	2.2	0.8	12,487,621.30	2,278,087.461
B2	2.0	3.0	1.0	16,650,161.74	3,713,799.118
B3	2.0	1.5	0.5	8,325,080.87	1,187,626.712
B3	2.0	2.2	0.8	12,487,621.30	2,278,087.461
B3	2.0	3.0	1.0	16,650,161.74	3,713,799.118
B3	2.0	4.6	1.4	24,975,242.61	7,622,208.014

Jenis Balok	Jarak titik angkat			Momen retak	Momen
		Lap.	Tump.	Mm ⁴	M+ = M-
	buah	m	m	Nmm	Nmm
B4	2.0	1.5	0.5	4,247,490.24	768,527.488
B4	2.0	2.3	0.7	6,371,235.36	1,513,213.521

2. Pengangkatan Elemen Pelat Pracetak

Dalam pemodelan tersebut pelat dianggap bertumpu pada empat titik tumpuan yang merupakan titik angkat dengan arah gaya dan reaksi tumpuan seperti pada Gambar 5.



Gambar 4 Titik Pengangkatan Pelat Pracetak
 (Sumber: "PCI Design Handbook Precast And Prestressed Concrete, 7th Edition," (Anonim, 2010))

Pembebanan balok

$$Q_u = 1,2D$$

Modulus hancur

$$f_r = 0,62 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}$$

Momen inersia

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$$

Momen retak

$$M_{cr} = (f_r \cdot I) / Y_t$$

Momen maksimum

$$M_x = 0.0107 \cdot q_u \cdot x \cdot a_2 \cdot b$$

$$M_y = 0.0107 \cdot q_u \cdot x \cdot a \cdot x \cdot b_2$$

Dimana:

$$M_{cr} \geq M \dots \dots \dots (OK)$$

Y_t = Jarak dari sumbu pusat penampang, yang mengabaikan tulangan (Anonim, 2019).

Untuk hasil rekapitulasi perhitungan letak titik angkat pada pelat dapat dilihat pada tabel 20 dan kontrol momen pengangkatan pada pelat dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 20 Rekap Letak Titik Angkat Pada Pelat Pracetak

Jenis Balok	Jarak x		Jarak y	
	Lap.	Tump.	Lap.	Tump.
	m	m	m	m
S1	0.703	0.248	1.729	0.611
S2	0.703	0.248	1.113	0.393

Tabel 21 Rekap Kontrol Momen Pada Pelat Pracetak

Jenis Balok	Momen retak	Momen	
	Mcr	+Mx=-My	+My=-My
	Nmm	Nmm	Nmm
S1	22,554,173.17	157087.642	386173.786
S2	14,526,416.62	101175.091	160193.894

Analisa Biaya Pekerjaan

Harga satuan komponen elemen precast melalui pendekatan dengan AHSP Kementerian PUPR dan SNI 7831:2017 (Anonim, 2017) adalah mengalikan volume kebutuhan material dan juga pekerjaannya dengan analisis harga satuan terkait sehingga didapatkan hasil sebagai berikut. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada tabel 25-31 berikut:

Tabel 22 Harga Satuan Pelat Precast HCS 1200 mm per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Material Beton	Rp1,559,835	0.10656	m3	Rp166,216
Pemasangan prestressed	Rp150,793	0.4235	kg	Rp63,861
Pembuatan bekisting	Rp139,226	0.66	m2	Rp91,889
Copot bekisting	Rp12,863	1	bh	Rp12,863
Upah penguangan	Rp90,167	0.10656	m3	Rp9,608
Langsir 1 pelat	Rp27,114	1.0	buah	Rp27,114
Ereksi 1 pelat	Rp132,631	1.0	buah	Rp132,631
Total				Rp516,066
Harga 1 bh Pelat	Rp491,319	2.95	m'	Rp1,462,255
Harga 1 bh Pelat	Rp491,319	1.9	m'	Rp946,370

Tabel 23 Rekapitulasi Harga Satuan Balok B1 Precast per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Harga 1 bh Balok	Rp767,485	6.0	m'	Rp4,617,774
Harga 1 bh Balok	Rp767,485	4.0	m'	Rp3,082,803
Harga 1 bh Balok	Rp767,485	3.0	m'	Rp2,315,318
Harga 1 bh Balok	Rp767,485	2.0	m'	Rp1,547,833

Tabel 24 Rekapitulasi Harga Satuan Balok B2 Precast per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Harga 1 bh Balok	Rp632,164	4.0	m'	Rp2,541,521
Harga 1 bh Balok	Rp632,164	3.0	m'	Rp1,909,356

Tabel 25 Rekapitulasi Harga Satuan Balok B3 Precast per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Harga 1 bh Balok	Rp653,129	6.0	m'	Rp3,931,638
Harga 1 bh Balok	Rp653,129	4.0	m'	Rp2,625,380
Harga 1 bh Balok	Rp653,129	2.0	m'	Rp1,319,121

Tabel 26 Rekapitulasi Harga Satuan Balok B4 Precast per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Harga 1 bh Balok	Rp297,515	2.0	m'	Rp607,892
Harga 1 bh Balok	Rp297,515	3.0	m'	Rp905,407

Tabel 27 Rekapitulasi Harga Satuan Kolom K1 Precast per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Harga 1 bh Kolom	Rp1,209,622	3.6	m'	Rp4,367,501
Harga 1 bh Kolom	Rp1,209,622	3.4	m'	Rp4,125,577
Harga 1 bh Kolom	Rp1,209,622	3.0	m'	Rp3,641,728

Tabel 28 Rekapitulasi Harga Satuan Kolom K2 Precast per meter

Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Satuan	Total Harga
Harga 1 bh Kolom	Rp826,482	3.0	m'	Rp2,492,310
Harga 1 bh Kolom	Rp826,482	2.8	m'	Rp2,327,013

Rencana Anggaran Biaya Precast

Rencana anggaran biaya untuk biaya langsung meliputi biaya bahan/material dan biaya sewa alat berat (Anonim, 2022b). Biaya bahan dan material didasarkan pada biaya bahan & pemasangan. Untuk hasil rekapitulasi biaya pada pekerjaan struktur precast dapat dilihat pada tabel 32.

Tabel 29 Rencana Anggaran Biaya Precast

No	Uraian	Pracetak
1	durasi pekerjaan	46 hari
2	biaya pekerjaan kolom	Rp 405,825,213.20
3	biaya pekerjaan balok	Rp 910,606,365.37
4	biaya pekerjaan pelat	Rp 339,544,648.87
5	biaya sewa alat	Rp 185,539,252.16
6	total biaya	Rp 1,841,515,479.59

Dari total rencana anggaran biaya dan pemasangannya didapatkan total biaya sebesar Rp 1.655.976.227,43 dengan jumlah biaya sewa alatnya sendiri adalah sebesar Rp 185.539.252,16. Kedua tabel tersebut disimpulkan bahwa total biaya langsung yang diperlukan untuk melaksanakan proyek dengan metode pracetak adalah Rp 1.841.515.479,59.

Analisa Perbandingan

Berdasarkan perhitungan biaya antara metode konvensional dan precast didapatkan hasil seperti tabel 30 berikut :

Tabel 30 Analisa Perbandingan

No	Uraian	konvensional	Pracetak
1	durasi pekerjaan	54 hari	46 hari

No	Uraian	konvensional	Pracetak
2	biaya pekerjaan kolom	Rp399,505,136.07	Rp405,825,213.20
3	biaya pekerjaan balok	Rp598,439,638.00	Rp910,606,365.37
4	biaya pekerjaan pelat	Rp619,118,651.67	Rp339,544,648.87
5	biaya sewa alat	Rp82,013,400.00	Rp185,539,252.16
6	total biaya	Rp1,699,076,825.74	Rp1,841,515,479.59

Dari tabel 30 diketahui bahwa reduksi biaya terjadi pada semua pekerjaan termasuk sewa alat. Itu dikarenakan sesuai dengan pokok pembahasan yang bertujuan untuk menganalisa perbandingan biaya dan waktu pada pekerjaan kolom, balok dan juga pelat.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Hasil dari pembahasan penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pelat, Balok Dan Kolom Antara Metode Beton Konvensional Dengan Precast”

didapatkan kesimpulan bahwa pelaksanaan pekerjaan struktur metode *precast* membutuhkan biaya sebesar Rp.1.841.515.479,59 dan pelaksanaan pekerjaan struktur metode konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp.1.699.076.825,74, jadi diketahui bahwa pekerjaan struktur metode *precast* lebih mahal +7,735% daripada pekerjaan struktur metode konvensional, sehingga pekerjaan struktur metode konvensional lebih efisien untuk digunakan.

Saran

Setelah dilakukan penelitian terkait perbandingan biaya dan waktu antara pekerjaan struktur metode konvensional dan *precast* terdapat beberapa saran yang mungkin dibutuhkan oleh peneliti selanjutnya. Adapun diantaranya adalah perhitungan harga beton *precast* menggunakan analisis harga satuan dari AHSP, akan lebih baik jika dilakukan pencarian data dari perusahaan *supplier* beton *precast* dan juga perlu dilakukan penelitian terhadap kekuatan sambungan pada tiap elemen *precast*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). PCI Design Handbook (Precast And Prestressed Concrete) , 7th Edition. In H. Wilden (Ed.), USA. Precast/Prestressed Concrete Institute. <https://doi.org/10.15554/mml-120-17>
- Anonim. (2017). Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 1–29.
- Anonim. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 8, 720. www.bsn.go.id.
- Anonim. (2022a). *Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya dan Perumahan: Vol. A.4.1.1.13*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. jdih.pu.go.id
- Anonim. (2022b). *Peraturan Walikota Malang Nomor 10 Tahun 2022 Tentang Harga Satuan Pekerjaan konstruksi* (Issue 8.5.2017). Pemerintah Daerah. www.aging-us.com
- Astari, N. M., Subagyo, A. M., & Kusnadi. (2021). Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT). *Jurnal Konstruksia*, 13(1), 164–180.
- Baroq, M. I., & Nugraheni, F. (2019). ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN KOLOM ANTARA METODE BETON KONVENSIONAL DENGAN PRECAST. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Yogyakarta*.
- Putra, F. P., & Megantara, Y. (2020). Teknologi Pracetak Sistem CL-CON. In M. Rusli (Ed.), *NBER Working Papers*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Badan Penelitian dan Pengembangan, Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman.
- Sedyanto, & Alkik, M. H. (2018). Analisis perbandingan waktu dan biaya pada pelaksanaan pekerjaan kolom *precast* dan konvensional. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Mercu Buana*, 2(1), 28–35.
- Ulianto, W. D., & Musyafa, A. (2019). Analisis Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Balok dan Kolom Menggunakan Metode Konvensional Cor di Tempat dan Precast. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia*.
- Widiasanti, I. dan L. (2013). Manajemen Konstruksi. In Bandung: PT Remaja Rosdakarya.