

ANALISIS BIAYA OPTIMAL PENGGUNAAN BEKISTING SISTEM DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN

Sitti Safiatus R.¹, Agustin Dita L.², Nain Dhaniarti R.³, Moch. Khamim³

^{1,2,3,4}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹sitti.safiatus@polinema.ac.id, nainraharjo@polinema.ac.id, chamim@polinema.ac.id

Abstrak

Bekisting memegang peranan penting dalam pelaksanaan pekerjaan struktur beton, terutama pada pembangunan gedung bertingkat seperti apartemen. Pemilihan jenis bekisting dan perancah yang tepat akan berpengaruh pada bentuk dan dimensi hasil pekerjaan, keselamatan kerja, serta waktu dan biaya proyek. Tujuan penelitian ini untuk menentukan jenis bekisting yang optimal dari segi biaya dan waktu pelaksanaan. Data yang digunakan adalah gambar rencana proyek, RKS, jadwal rencana, daftar harga satuan tahun 2023, zona pengecoran beton dan proses pelaksanaan. Jenis bekisting yang ditinjau yaitu bekisting semi sistem dan bekisting sistem. Analisis optimum bekisting dilakukan dengan cara membandingkan metode pelaksanaan, biaya investasi, waktu, dan jumlah pemakaian ulang penggunaan bekisting semi sistem dan bekisting sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bekisting sistem atau aluminium lebih optimum digunakan untuk proyek gedung apartemen pada pelaksanaan bekisting kolom, balok, dan plat lantai di lantai 9-27, dengan total waktu penyelesaian 163 hari kerja dengan 7 hari kerja per minggu dan total biaya Rp3.195.419.470,45, dengan biaya pemakaian setiap kali pakai sebesar Rp21.302.796,47.

Kata Kunci: gedung apartemen, bekisting semi sistem, bekisting sistem, optimal.

Abstract

Formwork plays an important role in the implementation of concrete structural work, especially in the construction of multi-storey buildings such as apartments. The selection of the right type of formwork and scaffolding will affect the shape and dimensions of the work, work safety, and project time and cost. The purpose of this research is to determine the optimal type of formwork in terms of cost and implementation time. The data used are project plan drawings, RKS, plan schedule, unit price list in 2023, concrete casting zone and implementation process. The types of formwork reviewed are semi-system formwork and system formwork. Optimum formwork analysis is carried out by comparing the implementation method, investment cost, time, and number of reuses of semi-system formwork and system formwork. The results show that system or aluminum formwork is more optimally used for apartment building projects in the implementation of column, beam, and floor plate formwork on floors 9-27, with a total completion time of 163 working days with 7 working days per week and a total cost of Rp3,195,419,470.45, with the cost of each use of Rp21,302,796.47. The TKT of the study is planned to reach 3.

Keywords: apartment building, semi-system formwork, system formwork, optimized

Pendahuluan

Bekisting merupakan komponen penting yang bersifat sementara dan berfungsi membentuk dimensi struktur sesuai perencanaan. Bekisting yang umum digunakan di Indonesia adalah bekisting konvensional, semi konvensional,

sistem (PERI) serta bekisting aluminium yang mulai diperkenalkan sejak tahun 2016. Berdasarkan dari hasil penelitian Rahadianto, dkk. (2022) menyimpulkan bahwa bekisting aluminium lebih unggul dari sisi metode, biaya, dan waktu. Penggunaan bekisting berbahan

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

aluminium ini dapat mempersingkat waktu dikarenakan pemasangan yang relatif mudah, sehingga menghasilkan tingkat produktivitas yang tinggi dan meminimalisir biaya. Bekisting aluminium merupakan metode yang baru diterapkan di Indonesia, yang salah satu kelebihan lainnya adalah waktu siklus penggunaannya dapat mencapai 150 kali. Kekurangan bekisting aluminium yaitu harganya yang relatif lebih mahal untuk investasi awalnya bila dibandingkan dengan metode konvensional ataupun bekisting semi sistem..

Dengan keunggulan yang dimiliki membuat jenis bekisting aluminium cocok digunakan untuk gedung bertingkat tinggi dengan lantai typical seperti halnya pada pembangunan Apartment X. Proyek Pembangunan Apartemen X menggunakan metode bekisting semi konvensional atau semi sistem, oleh karenanya adanya alternatif atau inovasi metode bekisting seperti bekisting sistem yang menggunakan sistem aluminium formwork diharapkan dapat mengurangi biaya bekisting sehingga dapat menekan biaya proyek. Untuk itu diperlukan analisis biaya optimal penggunaan bekisting semi sistem dan bekisting sistem. Tujuan penelitian ini adalah menentukan bekisting yang optimal antara kedua bekisting tersebut ditinjau dari metode pelaksanaan, biaya investasi, waktu pelaksanaan, dan jumlah pemakaian ulang, dan nilai sisa penggunaan bekisting semi sistem dan bekisting sistem.

Pemilihan Jenis Bekisting

Arditama, dkk. (2018) menyatakan bahwa untuk merencanakan bekisting balok dan plat pada lantai 1 sampai 9 dengan luas total 5.708,255 m² menggunakan bekisting semi sistem dengan bahan kayu dan baja hollow dapat diselesaikan dalam waktu rencana 161 hari kerja dengan perkiraan biaya rencana Rp. 2.790.745.668,862. Dalam hal ini penulis menyimpulkan bahwa biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting balok dan plat per m² pada lantai 1-9 sejumlah Rp488.896,46 selama 0,23 jam.

Adhitya (2019) menyatakan bahwa bekisting aluminium pelaksanaannya lebih mudah, biayanya lebih mahal sebesar 7,45%, akan tetapi biayanya akan lebih murah apabila lantai yang dikerjakan lebih dari 40 lantai, dan waktu pelaksanaannya relatif lebih cepat dari pada bekisting konvensional. Pelaksanaan bekisting aluminium dengan waktu optimistic, most likely, dan pessimistic berturut-turut adalah 72 hari, 102 hari, dan 132 hari, sedangkan pelaksanaan bekisting konvensional dengan waktu optimistic,

most likely, dan pessimistic berturut-turut adalah 81 hari, 120 hari, 159 hari. Dalam hal ini penulis menyimpulkan bahwa waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting aluminium lebih cepat 14% dari waktu pelaksanaan bekisting konvensional.

Rossaty, dkk. (2022) menyatakan bahwa selisih biaya pekerjaan bekisting kolom lantai 1-7 zona 1-3 (tower) pada Gedung Akasa Apartment Tower Kamaya dengan menggunakan metode aluminium lebih murah 33,8% daripada bekisting konvensional. Waktu pelaksanaan pekerjaan kolom pada lantai 1-3 zona 1-3 (tower) adalah 66 hari, sedangkan bekisting aluminium pada lantai 4-7 zona 1-3 (tower) membutuhkan waktu pelaksanaan 53 hari atau lebih cepat 13 hari dibandingkan dengan metode bekisting konvensional.

Pribadi, dkk. (2022) menyatakan dengan luas pekerjaan balok 10874,84 m², plat 1248 m², dan kolom 3764,4 m² (total keseluruhan 15887,2 m²) dengan menggunakan material hollow 50x50x2,3 dan hollow 40x40x2,3 dan baja UNP 50x38x5 dibutuhkan waktu pelaksanaan 199 hari untuk bekisting semi sistem, dan 178 hari untuk bekisting sistem. Biaya yang dikeluarkan untuk bekisting semi sistem sebesar Rp. 7.793.259.432,64, dan untuk bekisting sistem sebesar Rp. 12.801.244.652,33. Sehingga Pribadi, dkk.(2022) merekomendasikan bekisting sistem lebih baik digunakan. Dalam hal ini penulis dapat menyimpulkan bahwa waktu pelaksanaan bekisting sistem lebih cepat 11%, dan dari segi biaya lebih mahal 64%, namun bekisting sistem masih memiliki sisa pemakaian.

Laksana & Pramedika (2019) menyatakan bahwa pengeluaran investasi awal bekisting kumkang sebesar Rp 3.691.273.688, namun untuk proyek proyek berikutnya akan berkurang biayanya karena hanya memerlukan biaya pekerja dan gudang saja. Berbeda dengan bekisting konvensional, untuk proyek proyek selanjutnya biayanya relatif sama. Untuk setiap proyek bekisting konvensional memerlukan biaya sebesar Rp 1.509.480.352. Hasil perbandingan penggunaan bekisting kumkang maupun konvensional untuk beberapa kali proyek menunjukkan bahwa *break even point* biaya penggunaan bekisting kumkang dibandingkan dengan biaya bekisting konvensional yaitu adalah lima kali proyek. Setelah lima kali proyek penggunaan bekisting kumkang akan lebih murah daripada menggunakan bekisting konvensional yang bila dihitung nilai sisa kelebihannya sebesar Rp 451.177.700.

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

Perencanaan Bekisting

Menurut American Concrete Institute/ACI bekisting harus kaku, stabil, dan kuat agar memenuhi fungsinya sebagai acuan atau cetakan.

Bekisting direncanakan berdasarkan beban vertikal yang bekerja dan tekanan horizontal yang terjadi pada bekisting. Beban vertikal berupa beban oleh bekisting, spesi beton, tulangan, beban kerja, dan beban yang timbul akibat pemakaian vibrator maupun concrete pump. Tekanan horizontal berupa beban dari spesi beton cair terhadap bekisting dinding ataupun bekisting kolom (Wigbout, 1992 dalam Susilo, 2019).

Bekisting memerlukan perkuatan pemikul bekisting dan perancah, dan harus dilakukan analisis kekuatan bekisting dengan cara menghitung tegangan lentur yang terjadi, jarak antar balok anak, dan lendutan yang terjadi (Wigbout, 1992). Menurut Legstyana (2012) untuk memastikan apakah perancah benar-benar mampu menerima reaksi tumpuan dengan luas bidang A maka harus dikontrol tegangan tekan pada perancah.

Type dan Jenis Bekisting

Wigbout (1992) dalam Susilo (2019) membagi bekisting pada tiga tipe yaitu:

1. Bekisting konvensional: adalah bekisting yang menggunakan bahan dasar kayu papan dan kayu balok, yang setelah dilepas dan dibongkar menjadi bagian-bagian terpisah, dapat disusun kembali menjadi bentuk semula atau bentuk lain. Contohnya pada Gambar 1.
2. Bekisting semi sistem: merupakan bekisting yang dikhususkan untuk sebuah bentuk atau obyek tertentu yang ukurannya disesuaikan pada bentuk beton bersangkutan dalam bentuk yang tidak dapat diubah, dapat digunakan berulang kali dalam jumlah besar, Umumnya tersusun dari komponen-komponen yang dibuat atau dipesan pada pihak lain atau oleh pengusaha pabrik, dan material yang digunakan dapat berupa kombinasi dari material konvensional dengan baja, salah satu contohnya pada gambar 2.
3. Bekisting sistem: adalah bekisting yang elemen-elemennya dibuat dipabrik, sebagian besar komponen terbuat dari baja. Bekisting sistem bertujuan untuk penggunaan berulang kali, bekisting sistem dapat dibeli langsung atau dengan menyewa. Contoh: bekisting untuk panel terowongan, bekisting untuk beton pre-cast, seperti pada Gambar 3.



Gambar 1. Bekisting Konvensional
Sumber : Wigbout, 1992



Gambar 2. Bekisting Kolom Semi Sistem
Sumber : Google Image



Gambar 3 Bekisting Kolom Sistem
Sumber : Google Image

Menurut Trijeti (2011) dalam Laskono (2022), bahan-bahan bekisting beserta jumlah pemakaiannya seperti dalam Tabel 1.

Bahan	Jumlah Pemakaian Ulang
<i>Plywood</i>	Max 5 kali
<i>Plywood</i> lapis plastik	Max 10 kali
Baja dan Aluminium	Max 50 – 100 kali
<i>Fibre Glass</i>	Max 20 – 30 kali
Kayu	Max 1 - 20 kali
Karet atau PVC	Max 100 kali

Sumber: Trijeti (2011)

Tahapan pelaksanaan bekisting terdiri dari pabrikasi, pemasangan, dan pembongkaran. Batasan waktu pembongkaran bekisting disajikan dalam Tabel 2.

No	Uraian	Waktu
1.	Dinding	12 Jam
2.	Kolom	12 Jam
3.	Bagian Sisi Balok	12 Jam

Sumber: ACI 347-04,2002 dalam SNI 2847, 2019

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

Metodologi

Dalam penelitian ini, data-data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder, terdiri dari data gambar rencana bekisting yang diperoleh dari hasil penelitian terdahulu (Putra, dkk., 2024), RKS, HSPK Kota Surabaya Tahun 2023. Analisis jadwal dan biaya bekisting dilakukan setelah data diperoleh. Kemudian dilakukan perbandingan dari segi biaya, waktu, kemudahan pelaksanaan, jumlah pemakaian ulang dan nilai sisa dari bekisting sebagai dasar pemilihan bekisting yang paling optimal.

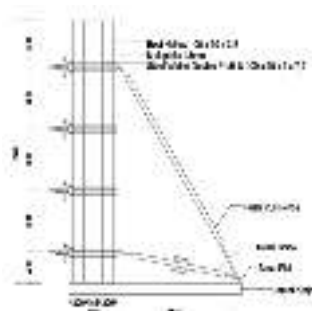
Rencana Bekisting Semi Sistem (SS)

Tabel 3 Tipe dan Dimensi Kolom, Balok, dan Plat SS

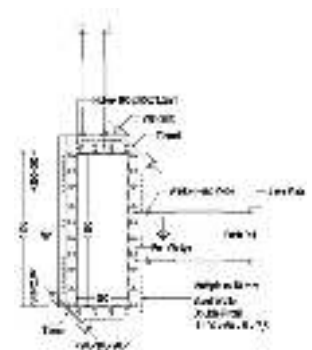
No	Jenis	Type	Dimensi (mm)			
			Panjang	x	Lebar	Tinggi
1	Kolom	K2	600	x	1800	3400
2	Balok	TIB1A	6400	x	600	650
3	Plat Lantai	S2	7800	x	5900	200

Tabel 4 Detail Plat Lantai Semi Sistem

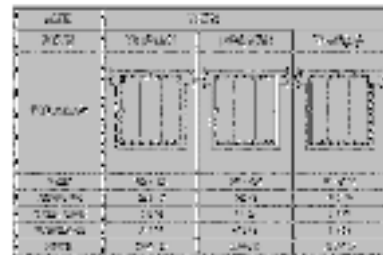
Slab Type/T HICK	T1, T2, T3 – S2/200			
	Short Span (T1,B2)		Long Span (T2,B1)	
Span	Support	MID	Support	MID
Top Reinforcement	D13-150	-	D13-150	-
Bottom Reinforcement	D13-175	D13-175	D13-175	D13-175
Secondary Reinforcement	-	-	-	-



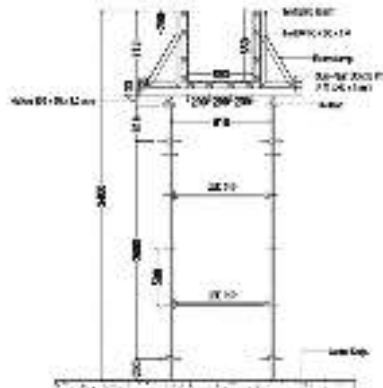
Gambar 5 Tampak Samping Desain BKSS



Gambar 6 Tampak Atas Desain BKSS



Gambar 7 Detail Balok TIB1A



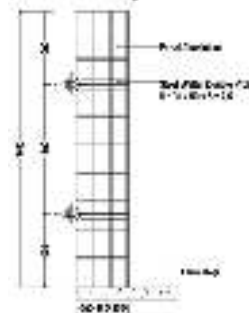
Gambar 8 Desain Bekisting TIB1A & Perancah PCH Balok



Gambar 9 Desain Bekisting Plat Lantai SS

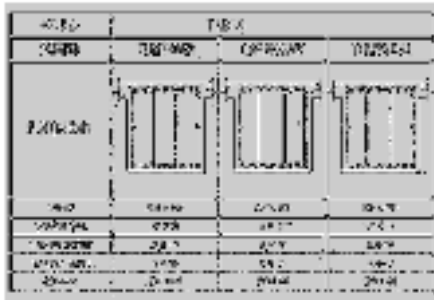
Rencana Bekisting Sistem (S)

Digunakan dimensi kolom, balok dan plat sama dengan rencana bekisting semi sistem.

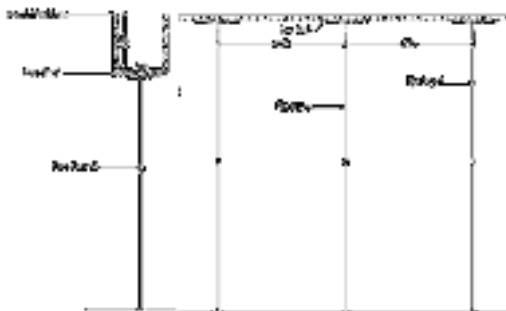


Gambar 10 Rencana Jarak Steel Waller pada Bekisting Kolom

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen



Gambar 11 Detail Balok T1BA



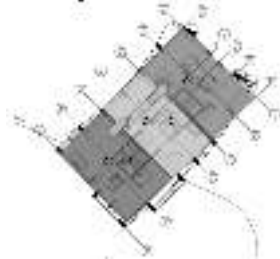
Gambar 12 Rencana Bekisting Balok Sistem



Gambar 13 Rencana Bekisting Plat Lantai Sistem

Perencanaan Jadwal Pekerjaan Bekisting

Pelaksanaan Pekerjaan bekisting pada Proyek Apartemen X dibagi menjadi 3 zona, seperti pada Gambar 14. Gambar 15 menunjukkan siklus pekerjaan bekisting kolom, Balok dan Plat.



Gambar 14 Pembagian Zona Pekerjaan

Setelah durasi pekerjaan ditentukan, selanjutnya membuat tahapan pekerjaan bekisting yang meliputi kolom, balok, dan plat lantai pada setiap lantainya dimana didalamnya terdapat item

pekerjaan dan durasi yang berbeda-beda pada setiap lantainya. Perencanaan jadwal menggunakan bantuan software Microsoft Project, diperoleh hasil rencana jadwal pekerjaan bekisting semi sistem adalah 185 hari kerja (7 hari kerja per minggu) dan pada pelaksanaan pekerjaan bekisting sistem (Aluminium Form Work) adalah 163 hari kerja. Penjadwalan pelaksanaan pekerjaan bekisting semi sistem ditunjukkan pada gambar 17 dan bekisting sistem pada gambar 18.

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Precedence	ES (hari)	EF (hari)	LS (hari)	LF (hari)
1	Bekisting Kolom	10		0	10	0	10
2	Bekisting Balok	10	1	10	20	10	20
3	Bekisting Plat	10	2	20	30	20	30
4	Bekisting Kolom	10		30	40	30	40
5	Bekisting Balok	10	4	40	50	40	50
6	Bekisting Plat	10	5	50	60	50	60
7	Bekisting Kolom	10		60	70	60	70
8	Bekisting Balok	10	7	70	80	70	80
9	Bekisting Plat	10	8	80	90	80	90
10	Bekisting Kolom	10		90	100	90	100
11	Bekisting Balok	10	10	100	110	100	110
12	Bekisting Plat	10	11	110	120	110	120
13	Bekisting Kolom	10		120	130	120	130
14	Bekisting Balok	10	13	130	140	130	140
15	Bekisting Plat	10	14	140	150	140	150
16	Bekisting Kolom	10		150	160	150	160
17	Bekisting Balok	10	16	160	170	160	170
18	Bekisting Plat	10	17	170	180	170	180
19	Bekisting Kolom	10		180	190	180	190
20	Bekisting Balok	10	19	190	200	190	200
21	Bekisting Plat	10	20	200	210	200	210
22	Bekisting Kolom	10		210	220	210	220
23	Bekisting Balok	10	22	220	230	220	230
24	Bekisting Plat	10	23	230	240	230	240
25	Bekisting Kolom	10		240	250	240	250
26	Bekisting Balok	10	25	250	260	250	260
27	Bekisting Plat	10	26	260	270	260	270
28	Bekisting Kolom	10		270	280	270	280
29	Bekisting Balok	10	28	280	290	280	290
30	Bekisting Plat	10	29	290	300	290	300
31	Bekisting Kolom	10		300	310	300	310
32	Bekisting Balok	10	31	310	320	310	320
33	Bekisting Plat	10	32	320	330	320	330
34	Bekisting Kolom	10		330	340	330	340
35	Bekisting Balok	10	34	340	350	340	350
36	Bekisting Plat	10	35	350	360	350	360
37	Bekisting Kolom	10		360	370	360	370
38	Bekisting Balok	10	37	370	380	370	380
39	Bekisting Plat	10	38	380	390	380	390
40	Bekisting Kolom	10		390	400	390	400
41	Bekisting Balok	10	40	400	410	400	410
42	Bekisting Plat	10	41	410	420	410	420
43	Bekisting Kolom	10		420	430	420	430
44	Bekisting Balok	10	43	430	440	430	440
45	Bekisting Plat	10	44	440	450	440	450
46	Bekisting Kolom	10		450	460	450	460
47	Bekisting Balok	10	46	460	470	460	470
48	Bekisting Plat	10	47	470	480	470	480
49	Bekisting Kolom	10		480	490	480	490
50	Bekisting Balok	10	49	490	500	490	500
51	Bekisting Plat	10	50	500	510	500	510
52	Bekisting Kolom	10		510	520	510	520
53	Bekisting Balok	10	52	520	530	520	530
54	Bekisting Plat	10	53	530	540	530	540
55	Bekisting Kolom	10		540	550	540	550
56	Bekisting Balok	10	55	550	560	550	560
57	Bekisting Plat	10	56	560	570	560	570
58	Bekisting Kolom	10		570	580	570	580
59	Bekisting Balok	10	58	580	590	580	590
60	Bekisting Plat	10	59	590	600	590	600
61	Bekisting Kolom	10		600	610	600	610
62	Bekisting Balok	10	61	610	620	610	620
63	Bekisting Plat	10	62	620	630	620	630
64	Bekisting Kolom	10		630	640	630	640
65	Bekisting Balok	10	64	640	650	640	650
66	Bekisting Plat	10	65	650	660	650	660
67	Bekisting Kolom	10		660	670	660	670
68	Bekisting Balok	10	67	670	680	670	680
69	Bekisting Plat	10	68	680	690	680	690
70	Bekisting Kolom	10		690	700	690	700
71	Bekisting Balok	10	70	700	710	700	710
72	Bekisting Plat	10	71	710	720	710	720
73	Bekisting Kolom	10		720	730	720	730
74	Bekisting Balok	10	73	730	740	730	740
75	Bekisting Plat	10	74	740	750	740	750
76	Bekisting Kolom	10		750	760	750	760
77	Bekisting Balok	10	76	760	770	760	770
78	Bekisting Plat	10	77	770	780	770	780
79	Bekisting Kolom	10		780	790	780	790
80	Bekisting Balok	10	79	790	800	790	800
81	Bekisting Plat	10	80	800	810	800	810
82	Bekisting Kolom	10		810	820	810	820
83	Bekisting Balok	10	82	820	830	820	830
84	Bekisting Plat	10	83	830	840	830	840
85	Bekisting Kolom	10		840	850	840	850
86	Bekisting Balok	10	85	850	860	850	860
87	Bekisting Plat	10	86	860	870	860	870
88	Bekisting Kolom	10		870	880	870	880
89	Bekisting Balok	10	88	880	890	880	890
90	Bekisting Plat	10	89	890	900	890	900
91	Bekisting Kolom	10		900	910	900	910
92	Bekisting Balok	10	91	910	920	910	920
93	Bekisting Plat	10	92	920	930	920	930
94	Bekisting Kolom	10		930	940	930	940
95	Bekisting Balok	10	94	940	950	940	950
96	Bekisting Plat	10	95	950	960	950	960
97	Bekisting Kolom	10		960	970	960	970
98	Bekisting Balok	10	97	970	980	970	980
99	Bekisting Plat	10	98	980	990	980	990
100	Bekisting Kolom	10		990	1000	990	1000

Gambar 15 Siklus Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok dan Plat



Gambar 17 Penjadwalan Bekisting Semi Sistem



Gambar 18 Penjadwalan Bekisting Sistem

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

Perencanaan Anggaran Biaya

Tabel 5 Rekap BOQ Bekisting Kolom SS

No	Letak	Total Bekisting	Kebutuhan Alat dan Bahan									
			Phenolic 18 mm	Hollow 100 x 100	Steel Waller	Tie Rod	Wignt	Push Pull Prop RSS	Kicker Brace AV	Base Plate	Pen Wedge	
		m ²	m ²	m ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	Lantai 9	314,16	165,54	1904,00	160,00	160,00	320,00	80,00	80,00	80,00	80,00	320,00
2	Lantai 10	314,16	165,54	1904,00	160,00	160,00	320,00	80,00	80,00	80,00	80,00	320,00
3	Lantai 11	314,16	165,54	1904,00	160,00	160,00	320,00	80,00	80,00	80,00	80,00	320,00
4	Lantai 12	314,16	165,54	1904,00	160,00	160,00	320,00	80,00	80,00	80,00	80,00	320,00

Tabel 6 Rekap BOQ Bekisting Kolom- Sistem

No	Letak	Total Bekisting	Kebutuhan Alat dan Bahan						
			Panel Dinding	Pen Wedge	Long Pin	Release	Steel Waller	Tie Rod	Wignt
		m ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	Lantai 9	314,16	213,71	1570,80	1570,80	80,00	80,00	80,00	160,00
2	Lantai 10	314,16	213,71	1570,80	1570,80	80,00	80,00	80,00	160,00
3	Lantai 11	314,16	213,71	1570,80	1570,80	80,00	80,00	80,00	160,00
4	Lantai 12	314,16	213,71	1570,80	1570,80	80,00	80,00	80,00	160,00

Tabel 7 Rekap BOQ Bekisting Balok SS

No	Letak	Total Bekisting	Kebutuhan Alat dan Bahan									
			Phenolic 12 mm	Hollow 50 x 50 x 1,6	Beam Clamp	Double Profile U	Blotok Hollow	PCH Ringlock 2m	Lodger 910 mm	U-Head	Jack Base	
		m ²	m ²	m ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	Lantai 9	365,53	123,98	943,45	2140,16	1004,79	1674,65	502,39	552,08	1104,16	552,08	552,08
2	Lantai 10	365,53	123,98	943,45	2140,16	1004,79	1674,65	502,39	552,08	1104,16	552,08	552,08
3	Lantai 11	365,53	123,98	943,45	2140,16	1004,79	1674,65	502,39	552,08	1104,16	552,08	552,08
4	Lantai 12	365,53	123,98	943,45	2140,16	1004,79	1674,65	502,39	552,08	1104,16	552,08	552,08

Tabel 8 Rekap BOQ Bekisting Balok Sistem

No	Letak	Total Bekisting	Kebutuhan Alat dan Bahan				
			Panel Aluminium	Prop Head	Pipa Support	Wedge Pin	Long Pin
		m ²	mm	mm	mm	mm	mm
1	Lantai 10	365,53	507,68	125,60	125,60	251,20	251,20
2	Lantai 11	365,53	507,68	125,60	125,60	251,20	251,20
3	Lantai 12	365,53	507,68	125,60	125,60	251,20	251,20
4	Lantai 13	365,53	507,68	125,60	125,60	251,20	251,20

Tabel 9 Rekap BOQ Bekisting Plat SS

No	Letak	Total Bekisting	Kebutuhan Alat dan Bahan							
			Phenolic 15 mm	Hollow 100 x 50 x	Balok Pikal	PCH Ringlock	PCH Ringlock	Lodger 910 mm	U-Head	Jack Base
		m ²	m ²	m ²	mm	mm	mm	mm	mm	
1	Lantai 9	435,41	146,27	2050,47	563,32	619,03	619,03	1857,09	619,03	619,03
2	Lantai 10	435,41	146,27	2050,47	563,32	619,03	619,03	1857,09	619,03	619,03
3	Lantai 11	435,41	146,27	2050,47	563,32	619,03	619,03	1857,09	619,03	619,03
4	Lantai 12	435,41	146,27	2050,47	563,32	619,03	619,03	1857,09	619,03	619,03

Bekisting semi system pada kolom, balok, dan plat memiliki dengan bentuk tipikal sehingga memiliki volume yang sama untuk lantai 9-27. Demikian juga untuk bekisting system memiliki volume yang sama untuk lantai 9-27.

Tabel 10 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Bekisting Semi System Dan Bekisting System

REKAP RENCANA ANGGARAN BIAYA					
Proyek Pembangunan Apartemen Grand Shamaya Tower Aulvey Kota Surabaya					
Pekerjaan Bekisting Semi Sistem		Pekerjaan Bekisting Sistem (Aluminium Form Work)			
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya (Rp)	No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya (Rp)
1	Lantai 9	Rp 17.386.665,69	1	Lantai 9	Rp 27.816.743,65
2	Lantai 10	Rp 5.101.535,05	2	Lantai 10	Rp 157.658.294,65
3	Lantai 11	Rp 5.101.535,05	3	Lantai 11	Rp 157.658.294,65
4	Lantai 12	Rp 5.101.535,05	4	Lantai 12	Rp 157.658.294,65
5	Lantai 13	Rp 5.101.535,05	5	Lantai 13	Rp 157.658.294,65
6	Lantai 14	Rp 5.101.535,05	6	Lantai 14	Rp 157.658.294,65
7	Lantai 15	Rp 5.101.535,05	7	Lantai 15	Rp 157.658.294,65
8	Lantai 16	Rp 5.101.535,05	8	Lantai 16	Rp 157.658.294,65
9	Lantai 17	Rp 5.101.535,05	9	Lantai 17	Rp 157.658.294,65
10	Lantai 18	Rp 5.101.535,05	10	Lantai 18	Rp 157.658.294,65
11	Lantai 19	Rp 5.101.535,05	11	Lantai 19	Rp 157.658.294,65
12	Lantai 20	Rp 5.101.535,05	12	Lantai 20	Rp 157.658.294,65
13	Lantai 21	Rp 57.938.457,36	13	Lantai 21	Rp 157.658.294,65
14	Lantai 22	Rp 5.101.535,05	14	Lantai 22	Rp 157.658.294,65
15	Lantai 23	Rp 5.101.535,05	15	Lantai 23	Rp 157.658.294,65
16	Lantai 24	Rp 5.101.535,05	16	Lantai 24	Rp 157.658.294,65
17	Lantai 25	Rp 5.101.535,05	17	Lantai 25	Rp 157.658.294,65
18	Lantai 26	Rp 5.101.535,05	18	Lantai 26	Rp 157.658.294,65
19	Lantai 27	Rp 5.101.535,05	19	Lantai 27	Rp 157.658.294,65
Total Biaya Pekerjaan (a)		Rp 942.504.218,93	Total Biaya Pekerjaan (a)		Rp 2.865.666.947,38
PPN 10% (b)		Rp 94.250.421,89	PPN 10% (b)		Rp 286.566.694,74
Total Biaya Keseluruhan (a+b)		Rp 1.036.754.640,83	Total Biaya Keseluruhan (a+b)		Rp 3.152.232.652,12

Berdasarkan hasil perencanaan diperoleh total biaya rencana pekerjaan bekisting semi sistem

pada Proyek Pembangunan Apartemen X pada lantai 9–27 sebesar Rp 1.036.754.640,83 dan untuk bekisting sistem (Alumunium Form Work) pada lantai 9-27 sebesar Rp 3.152.232.652,12. Jadi terdapat selisish sebesar Rp 2.115.478.011,29 atau lebih mahal bekisting system 67,11% dari bekisting semi system.

Penentuan Bekisting yang Optimum

Menurut Soni (2018) dalam HAM Annasir (2023) pada penggunaan pertama, multiplek *phenolic* tidak mengalami kerusakan. Pada penggunaan kedua multiplek *phenolic* memiliki estimasi kerusakan sebesar 7% akibat pembongkaran bekisting sebelumnya. Demikian juga pemakaian berikutnya estimasi kerusakan sebesar 14% hingga pemakaian ketujuh estimasi kerusakan sebesar 42%. Phenolic merupakan material dengan harga yang cukup mahal jika dibandingkan dengan multipleks. Tetapi untuk waktu pemakaiannya bisa 5-12 kali pakai dan menjadikannya alternatif baru pada proyek konstruksi di Indonesia.

Penentuan Efektifitas Pekerjaan Bekisting

Efektifitas pekerjaan bekisting ditinjau berdasarkan metode pelaksanaan yang dapat diukur dalam 5 parameter yaitu cara pelaksanaan, alat, tenaga kerja, kemudahan, dan banyaknya pabrikasi, seperti pada tabel 11.

Tabel 11 Bobot Pekerjaan Bekisting

No	Uraian	Semi Sistem	Sistem/Aluminium
1	Cara Pelaksanaan	0.67	1
2	Alat	0.67	1
3	Tenaga Kerja	1	0.333
4	Kemudahan	0.67	1
5	Banyaknya Pabrikasi	0.333	1
Jumlah		3.343	4.333
Keterangan			Lebih Efektif

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 11, pembobotan dilakukan untuk memilih bekisting yang paling efektif. Untuk skor pembobotan dibagi dalam 3 kategori yaitu kategori mudah dengan skor 1, kategori sedang 0,67, dan kategori sulit 0,333. Berdasarkan parameter cara pelaksanaan maka bekisting aluminium lebih efektif.

Pada parameter alat, bekisting aluminium tergolong mudah karena aluminium tidak membutuhkan alat berat untuk pengangkutannya melainkan melewati lubang shaf sehingga skor diberi 1, dan bekisting semi sistem tergolong sedang karna menggunakan alat berat untuk mengangkut sehingga skor 0,67. Berdasarkan

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

parameter alat maka bekisting aluminium lebih efektif.

Pada parameter tenaga kerja, bekisting semi sistem tergolong mudah karena membutuhkan tenaga lebih sedikit dari bekisting aluminium sehingga skor diberi 1, dan bekisting aluminium tergolong sulit karena membutuhkan jumlah tenaga kerja yang lebih banyak dan memerlukan keterampilan khusus sehingga skor 0,33. Berdasarkan parameter tenaga kerja maka bekisting semi sistem lebih efektif.

Pada parameter kemudahan, bekisting aluminium tergolong mudah karena pengerjaannya seperti memasang puzzle sehingga skor diberi 1, dan bekisting semi sistem tergolong sedang karena pengerjaannya harus melakukan pabrikan dan perakitan bekisting sehingga skor 0,67. Berdasarkan parameter kemudahan bekisting aluminium lebih efektif.

Pada parameter banyaknya pabrikan, bekisting aluminium tergolong mudah karena hanya pabrikan 1 kali dan bisa dipakai 100-150 kali sehingga skor diberi 1, dan bekisting semi sistem tergolong sulit karena bekisting semi sistem bisa dipakai 7 kali dan harus melakukan pabrikan berulang ulang sehingga skor 0,333. Berdasarkan parameter banyaknya pabrikan bekisting aluminium lebih efektif. Semakin tinggi skor maka pengerjaannya semakin mudah begitu sebaliknya.

Dari hasil analisis skoring 5 parameter efektifitas didapat skor untuk bekisting semi sistem 3,343 dan bekisting aluminium 4,333 yang artinya bekisting aluminium lebih mudah dan lebih efektif dari bekisting semi sistem, sehingga bisa dipilih untuk konstruksi bangunan lantai banyak.

Penentuan Efisiensi Pekerjaan Bekisting

Dalam penelitian ini, dibandingkan penggunaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium dari segi waktu dan biaya. Perbandingan waktu ditentukan berdasarkan waktu pelaksanaan dan biaya bekisting yang dapat dipengaruhi oleh tenaga kerja, alat, dan material. Setelah melakukan analisis dan perhitungan diperoleh pada pekerjaan bekisting sistem/aluminium memiliki persentase perbandingan 305% lebih mahal dibanding bekisting semi sistem. Sedangkan dari segi waktu yang dibutuhkan bekisting sistem/aluminium lebih cepat 11,89% dibanding bekisting semi sistem. Berdasarkan analisis pada tabel dibawah diperoleh bahwa bekisting aluminium mempunyai sisa pakai 131 kali dengan sisa biaya Rp1.953.466.436,27 (termasuk biaya

sewa gudang) yang artinya bekisting aluminium bisa dipakai lagi dan diinvestasikan untuk proyek selanjutnya. Dalam hal ini bekisting aluminium lebih efektif dan efisien untuk dipakai pada proyek gedung berlantai banyak. Berikut merupakan rekap perbandingan bekisting semi sistem dan aluminium. Untuk rekap perbandingan waktu dan biaya pekerjaan bekisting ditunjukkan dalam tabel 4.12.

Tabel 12 Rekap Perbandingan Waktu, Biaya dan Jumlah Pemakaian Pekerjaan Bekisting

Perbandingan Waktu dan Biaya			
Jenis Bekisting	Semi Sistem	Aluminium	Selisih
Biaya	Rp1.046.179.682	Rp3.195.419.470,	Rp2.149.239.787,
% Biaya	100	305,437	205,437
Perbandingan biaya	1	3,054	2,054
Keterangan	termurah		
Bobot	1	0,327	
Waktu	185	163	-22,00
%waktu	100	88,11	-11,89
Perbandingan Waktu	0,88	1,00	0,12
Keterangan		tercepat	
Bobot	1,135	1	-0,13
Jumlah Bobot	2,135	1,327	-0,81
Keputusan		paling efisien	
Pabrikasi (kali)	2	1	-1,00
Jml.			
Pemakaian (kali)	21	150	129,00
Jumlah Lantai	19	19	0,00
Sisa	2	131	129,00
Pemakaian			
Biaya Sisa	Rp99.636.160	Rp2.790.666.337,	2.691.030.177,24
Pemakaian	25	52	
Biaya penyimpanan		Rp837.199.901,	26
sisa biaya		Rp1.953.466.436,27	1.953.466.436,27
Bobot	0	1,867	1,87
Bobot Total	2,135	3,195	1,06
Keputusan		paling efisien	

Sumber : Hasil Perhitungan

Pembobotan biaya bekisting semi sistem diberi 1 karena biaya bekisting semi sistem lebih murah dari bekisting aluminium, sedangkan pembobotan bekisting aluminium merupakan hasil bagi persentase biaya semi sistem terhadap aluminium sehingga didapatkan 0,327. Semakin besar bobot maka semakin efisien biaya dan waktunya, sehingga pada analisis tersebut (dalam

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

penggunaan pada satu pelaksanaan proyek) bekisting semi sistem menjadi pilihan yang terbaik.

Berdasarkan Tabel 12 diketahui biaya bekisting aluminium 3 kali lipat biaya bekisting semi sistem, dengan waktu pekerjaan lebih cepat 22 hari. Namun bekisting system memiliki sisa pemakaian jauh lebih besar dari bekisting semi sistem dengan sisa biaya pemakaian sebesar Rp2.790.666.337,53, setelah dikurangi biaya sewa gudang sebesar 30% maka sisa biaya pemakaian bekisting sebesar Rp1.953.466.436,27.

Dari hasil pembobotan waktu dan biaya serta jumlah pemakaian bekisting pada Tabel 12 didapatkan bobot total untuk pekerjaan bekisting semi sistem 2,135 dan bobot total pekerjaan bekisting system/aluminium 3,195. Sehingga dapat disimpulkan bekisting system lebih efektif dan lebih ekonomis dibandingkan bekisting semi sistem, sehingga bekisting system dikatakan lebih optimum.

Kesimpulan

1. Hasil perencanaan jadwal menggunakan software Microsoft Project 2016 diperoleh total durasi pelaksanaan bekisting semi sistem selama 185 hari, sedangkan total durasi pelaksanaan bekisting sistem 163 hari kerja.
2. Hasil analisis biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan bekisting semi sistem sebesar Rp 1.046.179.683, sedangkan besar biaya pada pelaksanaan bekisting sistem (Aluminium Form Work) sebesar Rp 3.195.419.470.
3. Bekisting yang paling optimum adalah bekisting system dengan bobot efektifitasnya sebesar 4,33 dan bobot efisiensinya sebesar 3,195 dengan total bobot sebesar 7,525. Sedangkan bekisting semi sistem dengan bobot efektifitasnya sebesar 3,343 dan bobot efisiensinya sebesar 2,135 dengan total bobot sebesar 5,478.

Saran

1. Perencanaan bekisting sebaiknya menggunakan software analisis struktur agar mendapatkan hasil yang lebih akurat

Daftar Rujukan

Adithya, R. C. (2019). Analisis Perbandingan Bekisting Konvensional Dan Bekisting Aluminium (Aluminium Formwork) Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Apartemen Saumata Suites (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana

Jakarta). URL: <http://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/58044>.

- Arditama, Nanda. dkk. 2021. Perencanaan Bekisting Dan Perancah Pada Gedung Bertingkat Dengan Sistem Zonasi (Studi Kasus : Proyek Apartemen Darmo Hill Surabaya). *Jurnal JOS-MRK* 2(3): 90-98. Sep 2021.
- ACI, 2004. ACI 347-04: Guide to Formwork for Concrete, American Concrete Institute. Farmington Hills, Michigan.
- Legstyana, E. (2012). Komparasi Biaya Pelaksanaan Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem PERI.
- Laskono, N.B. (2022). Perencanaan Bekisting Proyek Pembangunan Stadion Kawasan Sport Centre Serang Banten (Multiyears). *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(1), 216-221.
- Laksana, Dita Y. & Pramedika, Garas R. (2019). Analisa Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Kumkang Dibandingkan Dengan Metode Konvensional Pada Proyek The Ayoma Apartment Tangerang Selatan Skripsi. Diploma Empat Program Studi Perawatan dan Perbaikan Gedung Jurusan Teknik Sipil. Politeknik Negeri Bandung. jbpptpolban-gdl-ditayuniar-11247-1-kelengka-5.pdf
- Permen PUPR Nomor 1 Tahun 2022 tentang Analisa Harga Satuan Pekerjaan.
- Pribadi, F. A., dkk. (2022). Perencanaan Bekisting Dan Perancah Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(1), Maret 2022. Page 210-215.
- Rahadianto, Dicky, dkk. 2022. Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Aluminium, Bekisting Konvensional, Semi Konvensional Dan Sistem (Peri). *Jurnal of Civil Engineering and Vocational Education*. Vol 9, NO. 2 (Juni 2022). <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/cived/article/view/113909>.
- Rossaty, Ria. dkk. (2022). Analisis Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional Dan Bekisting Aluminium Terhadap Biaya Dan Waktu (Studi Kasus: Proyek Akasa Apartment Tower Kamaya, Bumi Serpong Damai, Tangerang Selatan). *Structure Jurnal Sipil*. Vol 4, No 2 (September 2022) hal. 43-55. E-ISSN: 2580-3824.

Analisis Biaya Optimal Penggunaan Bekisting Sistem dan Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Pembangunan Apartemen

[https://jurnal.umt.ac.id/index.php/
structure/article/view/8062.](https://jurnal.umt.ac.id/index.php/structure/article/view/8062)

- Susilo, Eko. 2019. Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting semi system pada Kolom Bangunan Gedung.
- Trijeti, T., & Hernawan, B. (2011). Studi Perbandingan Bekisting Konvensional Dengan PCH (Perth Construction Hire). *Konstruksia*, 3(1). Bandung.
- Wigbout, F. Ing, 1992, Buku Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak), Erlangga, Jakarta.