

RASIO KEBUTUHAN BETON, BESI TULANGAN, DAN BEKISTING UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK APARTEMEN & HOTEL

Ivan Sutanto¹, Andi², Lie Arijanto³

ABSTRAK : Penelitian ini menganalisa kuantitas material kebutuhan beton, besi tulangan, dan bekisting untuk pekerjaan struktur bangunan apartemen dan hotel guna menentukan rasio dari setiap kebutuhan beton, besi tulangan, dan bekisting untuk proyek konstruksi apartemen dan hotel. Data yang digunakan adalah data masa lampau proyek apartemen dan hotel, dengan jenis pekerjaan yang diamati: pekerjaan *pilecaps*, *tie beam*, *pit lift*, *sump pit*, *sewage treatment plant*, *ground water tank*, kolam renang, kolom, balok, plat lantai, tangga, dan *external wall*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk proyek apartemen, nilai rasio kebutuhan beton antara 0,3041-0,5891 m³/m², nilai rasio kebutuhan besi antara 141,3624-165,6701 kg/m³, dan nilai rasio kebutuhan bekisting antara 6,1503-7,5207 m²/m³. Sedangkan untuk proyek hotel menunjukkan bahwa nilai rasio kebutuhan beton antara 0,3041-0,4818 m³/m², nilai rasio kebutuhan besi antara 141,1236-156,2936 kg/m³, dan nilai rasio kebutuhan bekisting antara 6,0146-6,7664 m²/m³.

KATA KUNCI: kuantitas material, pekerjaan struktur, rasio beton, rasio besi, rasio bekisting

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan konstruksi saat ini yang sedang marak adalah pembangunan bangunan bertingkat, antara lain apartemen dan hotel. Akan tetapi tidak sedikit pula apartemen dan hotel yang terbengkalai pada saat pelaksanaan konstruksi. Ada beberapa faktor yang menyebabkan berhentinya proses konstruksi, salah satu faktor utama yang menyebabkan adalah kesediaan dana/budget dari *owner* (developer) tidak mencukupi untuk menyelesaikan pembangunan. Dari hasil yang ada, porsi biaya untuk pekerjaan struktur bangunan lebih tinggi dari pada pekerjaan lain, berkisar antara 30%-50% dari total nilai biaya proyek (Sugianto dan Kusuma, 2009). Dengan demikian, pengendalian terhadap kuantitas dari setiap pekerjaan struktur bangunan perlu diperhatikan. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa khusus mengenai kuantitas pekerjaan struktur bangunan terkait volume untuk struktur utama bangunan tanpa melihat harga satuan. Analisa ini dilakukan pada tahap desain detail (*detail design phase*) dimana gambar detail telah tersedia sehingga memungkinkan untuk dilakukannya perhitungan volume struktur dengan cara pendekatan melalui *range ratio*, yang meliputi kebutuhan beton, besi tulangan, dan bekisting.

2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan dalam penelitian ini adalah menentukan rentang rasio dari setiap kebutuhan beton, besi tulangan, dan bekisting untuk proyek apartemen dan hotel. Dengan adanya rentang rasio tersebut kita dapat menentukan secara cepat kuantitas dari setiap pekerjaan beton, besi tulangan, dan bekisting untuk proyek konstruksi apartemen dan hotel. Manfaat penelitian ini diharapkan sebagai alat bantu atau acuan *owner* dalam menentukan kuantitas pekerjaan struktur yang efisien pada bangunan apartemen dan hotel.

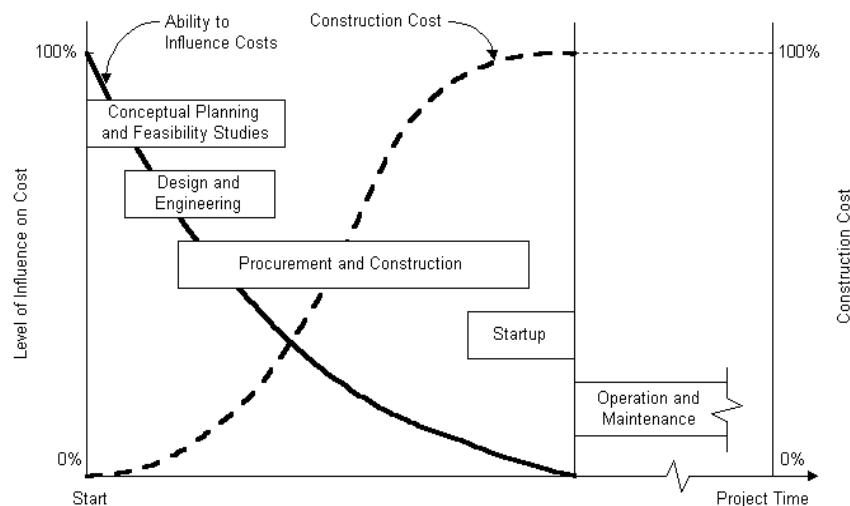
¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, ivan_sutanto89@yahoo.com

² Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, andi@peter.ac.id

³ Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, arijanto_lie@yahoo.com

3. LANDASAN TEORI

Estimasi biaya adalah suatu proses menentukan biaya-biaya yang terlibat dalam suatu konstruksi pada setiap proyek. Estimasi biaya juga dapat didefinisikan sebagai evaluasi biaya dari seluruh elemen proyek yang perhitungannya berdasarkan lingkup pekerjaan yang telah disetujui (Phaobunjong, 2002). Proses estimasi dilakukan pada tahap *planning & design*. Setiap keputusan yang dibuat pada tahap awal proyek, memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap biaya konstruksi kedepannya daripada tahap-tahap selanjutnya, seperti yang tampak pada **Gambar 1**.

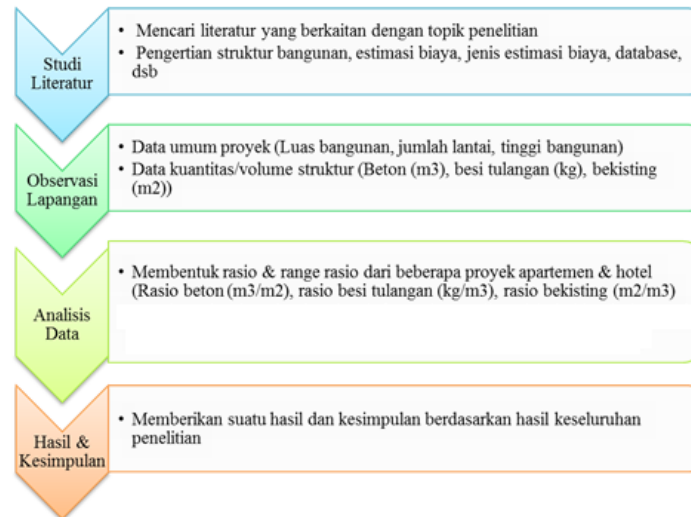


Gambar 1. Ability to Influence Construction Cost Over Time
(Project Management Body of Knowledge, 2008)

Estimasi detail (*Detail Estimates*) berada pada tahap *detailed engineering* dimana pada tahap ini informasi yang diperlukan untuk pelaksanaan sudah lengkap sehingga dapat dihitung lebih terperinci dengan berpedoman pada gambar rencana, spesifikasi, gambar potongan dan gambar detail yang telah tersedia. Pada tahap ini terbagi menjadi dua jenis estimasi, yaitu estimasi yang dilakukan oleh pihak *owner / owner estimate* dan estimasi yang dilakukan oleh pihak kontraktor / *bid price* (Peurifoy, 1989). Pihak *owner* berkeinginan untuk mendapatkan biaya yang serendah mungkin karena biaya tersebut sebagai pengeluaran investasi, sedangkan dari pihak kontraktor ingin mendapatkan biaya setinggi mungkin untuk memperoleh keuntungan dari proyek konstruksi tersebut

4. METODOLOGI PENELITIAN

Studi literatur dilakukan guna mencari literatur yang berkaitan dengan topik penelitian. Langkah selanjutnya dilakukan pengumpulan data berdasarkan observasi lapangan dan data-data masa lampau. Data-data yang didapatkan antara lain data umum proyek yang meliputi luas bangunan, jumlah lantai dan tinggi bangunan dan data kuantitas struktur yang meliputi volume beton (m³), besi tulangan (kg), dan bekisting (m²). Data-data yang diperoleh akan dihitung rasio beton (volume beton/luasan bangunan), rasio besi tulangan (berat besi tulangan/volume beton), dan rasio bekisting (luasan bekisting/volume beton) pada masing – masing proyek. Lalu dilakukan penggabungan data dari masing-masing proyek sehingga didapatkan bentuk rentang rasio dari semua proyek apartemen dan hotel. **Gambar 2**. menunjukkan langkah – langkah penelitian.



Gambar 2. Langkah – Langkah Penelitian

5. ANALISA DATA

Informasi yang didapatkan dari observasi lapangan akan dipisahkan berdasarkan tiap jenis pekerjaan yang meliputi pekerjaan *pilecaps*, *tiebeam*, *pit lift*, *sump pit*, *sewage treatment plant*, *ground water tank*, kolam renang, kolom, balok, plat lantai, tangga, external wall. Data diolah sehingga membentuk suatu rasio untuk setiap kebutuhan beton, besi tulangan, dan bekisting. Rasio dapat membantu kita untuk menentukan perbandingan yang tepat antara besi tulangan (kg) dengan beton (m³), bekisting (m²) dengan beton (m³), dan beton (m³) dengan luas bangunan (m²). Dengan adanya rasio kita dapat menjawab beberapa dugaan antara lain: apakah ada perbedaan rasio antara apartemen dan hotel, apakah adanya basement menyebabkan perbedaan rasio, apakah ketinggian antar lantai menyebabkan perbedaan rasio, apakah bangunan dengan jumlah lantai dibawah 8 lantai, jumlah lantai lebih dari 8 lantai menyebabkan perbedaan rasio. Setelah terbentuknya rasio maka akan dikumpulkan tiap rasio untuk setiap proyek sehingga terbentuklah suatu *range ratio*. **Tabel 1** dan **Tabel 2** menunjukkan data umum proyek apartemen dan hotel yang akan diteliti.

Tabel 1. Data Umum untuk Proyek Apartemen

No.	Nama Proyek	Lokasi	Luas Bangunan (m ²)	Jumlah Lantai	Tinggi antar Lantai (m)	Jarak antar Kolom (m)	Base ment
1	Apartemen G	Surabaya	51.025	25	3	± 6	√
2	Apartemen WS	Semarang	26.000	27	3	± 6	√
3	Apartemen PPTA	Surabaya	31.150	16	2.9	± 5	-
4	Apartemen PPTB	Surabaya	23.920	16	2.9	± 5	-
5	Apartemen PPTC	Surabaya	23.400	18	2.9	± 5	-
6	Apartemen GW	Bali	5.000	5	3	± 8	√

Tabel 2. Data Umum untuk Proyek Hotel

No.	Nama Proyek	Lokasi	Luas Bangunan (m ²)	Jumlah Lantai	Tinggi antar Lantai (m)	Jarak antar Kolom (m)	Base ment
1	Hotel YL	Surabaya	8.000	9	3	± 6	√
2	Hotel PI	Yogyakarta	8.500	8	3.2	± 8	√
3	Hotel ZN	Surabaya	5.050	9	3.2	± 7	-
4	Hotel GSB TD	Surabaya	2.148	5	3.2	± 6	-

Data kuantitas didapat dari data proyek masa lampau dan setelah itu dilakukan perhitungan rasio untuk proyek apartemen dan hotel seperti pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Sutanto: Rasio Kebutuhan Beton, Besi Tulangan, dan Bekisting

Tabel 3. Rasio Proyek Apartemen

JENIS PEKERJAAN	SATUAN	NAMA PROYEK						MEAN	
		Apartemen	Apartemen	Apartemen	Apartemen	Apartemen	Apartemen		
		G	WS	PPTA	PPTB	PPTC	GW		
PILECAPS	BETON	m3/m2	0,0389	0,0495	0,0393	0,0408	0,0387	0,0993	0,0511
	BESI	kg/m3	129,7548	121,2936	141,4945	158,9255	159,0407	100,5288	135,1730
	BEKISTING	m2/m3	1,2144	1,6320	1,3878	1,5940	1,2027	1,6401	1,4452
TIE BEAM	BETON	m3/m2	0,0058	0,0079	0,0030	0,0036	0,0039	0,0236	0,0080
	BESI	kg/m3	150,7473	147,7795	150,5802	158,9255	167,1429	171,5457	157,7868
	BEKISTING	m2/m3	2,0553	3,6920	2,7391	3,5114	4,1751	3,0281	3,2002
PITS LIFT	BETON	m3/m2	0,0011	0,0019	0,0015	0,0015	0,0017	0,0023	0,0017
	BESI	kg/m3	135,3793	133,8518	158,9254	158,9255	159,7143	161,8930	151,4482
	BEKISTING	m2/m3	4,8966	6,2085	5,3750	5,4668	5,3273	5,6307	5,4841
SUMP PIT	BETON	m3/m2	0,0017	0,0019					0,0018
	BESI	kg/m3	123,8385	133,3333					128,5859
	BEKISTING	m2/m3	1,8147	2,2222					2,0185
STP	BETON	m3/m2	0,0037	0,0055	0,0048	0,0063	0,0064	0,0094	0,0080
	BESI	kg/m3	151,6390	157,0981	131,4333	131,4333	131,4333	162,5821	144,2698
	BEKISTING	m2/m3	4,6847	4,5609	4,2733	4,2733	4,2733	6,0598	4,6876
GWT	BETON	m3/m2	0,0036	0,0055	0,0020	0,0026	0,0026	0,0053	0,0036
	BESI	kg/m3	133,6411	144,0109	158,5323	158,5323	158,5323	111,0000	144,0415
	BEKISTING	m2/m3	5,8682	6,6575	5,4516	5,4516	5,4516	5,3139	5,6991
KOLAM RENANG	BETON	m3/m2	0,0025	0,0044	0,0033	0,0170	0,0174	0,0150	0,0099
	BESI	kg/m3	167,6251	162,0992	167,4327	179,1000	179,1000	132,9529	164,7183
	BEKISTING	m2/m3	4,2046	6,1204	2,5673	6,3449	6,3449	6,0327	5,2691
KOLOM	BETON	m3/m2	0,0495	0,0424	0,0477	0,0408	0,0441	0,0625	0,0478
	BESI	kg/m3	235,6764	219,1864	139,9790	163,8300	161,4994	222,0898	190,3768
	BEKISTING	m2/m3	6,7124	7,5210	7,3717	7,5910	6,9718	7,8855	7,3422
BALOK	BETON	m3/m2	0,0522	0,0690	0,0628	0,0607	0,0595	0,1418	0,0743
	BESI	kg/m3	204,2398	203,9115	139,4373	132,5914	130,0000	242,3171	175,4162
	BEKISTING	m2/m3	7,7660	6,6801	7,8056	8,6156	9,0685	8,5759	8,0853
PLAT LANTAI	BETON	m3/m2	0,2069	0,1447	0,0890	0,0804	0,1099	0,2193	0,1417
	BESI	kg/m3	134,1234	143,0620	143,4993	164,2476	125,3338	130,9782	140,2074
	BEKISTING	m2/m3	8,2353	6,9744	8,4675	9,2921	7,8231	7,7755	8,0947
TANGGA	BETON	m3/m2	0,0052	0,0061	0,0065	0,0063	0,0064	0,0107	0,0069
	BESI	kg/m3	156,0175	113,4586	134,5545	134,2422	130,0000	200,0000	144,7121
	BEKISTING	m2/m3	8,9229	10,4521	5,8317	5,9247	7,2580	7,6793	7,6781
EXTERNAL WALL	BETON	m3/m2	0,0456	0,0352	0,0442	0,0450	0,0389		0,0418
	BESI	kg/m3	132,8049	131,2082	140,0000	163,0499	145,8079		142,5742
	BEKISTING	m2/m3	11,6243	6,6167	7,5400	3,3099	3,4916		6,5165
TOTAL	BETON	m3/m2	0,4169	0,3738	0,3041	0,3051	0,3291	0,5891	0,3863
	BESI	kg/m3	155,2321	158,8917	141,4673	156,3953	141,3624	165,6701	153,1698
	BEKISTING	m2/m3	7,5207	6,1503	6,8306	6,5600	6,4130	6,6513	6,6877

Pada proyek apartemen, nilai rata-rata rasio beton terbesar terdapat pada pekerjaan plat lantai (0,1417 m3/m2), sedangkan nilai rata-rata rasio besi terbesar terdapat pada pekerjaan kolom (190,3768 kg/m3) dan nilai rata-rata rasio bekisting terbesar terdapat pada pekerjaan plat lantai (8,0947 m2/m3).

Tabel 4. Rasio Proyek Hotel

JENIS PEKERJAAN	SATUAN	NAMA PROYEK				MEAN	
		Hotel YL	Hotel PI	Hotel ZN	Hotel GSB TD		
PILECAPS	BETON	m3/m2	0,0611	0,0927	0,0394	0,0385	0,0579
	BESI	kg/m3	116,5329	144,5244	105,9114	106,8854	118,4635
	BEKISTING	m2/m3	0,7916	1,5664	0,8269	0,9167	1,0254
TIE BEAM	BETON	m3/m2	0,0530	0,0095	0,0225	0,0109	0,0240
	BESI	kg/m3	162,7198	459,9499	136,0425	124,5239	220,8090
	BEKISTING	m2/m3	2,0886	6,7201	2,2774	6,0425	4,2822
PITS LIFT	BETON	m3/m2	0,0018	0,0022	0,0023	0,0023	0,0021
	BESI	kg/m3	126,3917	180,1125	135,8116	170,5327	153,2121
	BEKISTING	m2/m3	1,0000	10,8727	1,7469	6,4470	5,0166
SUMP PIT	BETON	m3/m2	0,0086	0,0022			0,0054
	BESI	kg/m3	113,8687	200,0000			156,9344
	BEKISTING	m2/m3	0,8236	9,9198			5,3717
STP	BETON	m3/m2	0,0071	0,0107	0,0100		0,0093
	BESI	kg/m3	186,5084	102,0502	134,7435		141,1007
	BEKISTING	m2/m3	9,3788	4,0000	5,1741		6,1843
GWT	BETON	m3/m2	0,0153	0,0107	0,0108	0,0111	0,0120
	BESI	kg/m3	100,2559	102,0502	105,3146	163,4911	117,7780
	BEKISTING	m2/m3	2,2947	4,0000	4,3459	4,5680	3,8022
KOLOM	BETON	m3/m2	0,0464	0,0490	0,0624	0,0600	0,0544
	BESI	kg/m3	239,0628	217,1627	189,0936	243,9916	222,3277
	BEKISTING	m2/m3	7,5132	7,4285	8,1149	6,2181	7,3187
BALOK	BETON	m3/m2	0,0861	0,0544	0,0367	0,1104	0,0719
	BESI	kg/m3	162,4918	295,6603	217,4209	185,2003	215,1933
	BEKISTING	m2/m3	8,9121	8,1397	6,3594	6,3211	7,4331
PLAT LANTAI	BETON	m3/m2	0,1554	0,1799	0,1119	0,0947	0,1355
	BESI	kg/m3	111,8535	83,2730	105,4131	78,9471	94,8717
	BEKISTING	m2/m3	8,9537	7,1196	7,5429	10,3873	8,5009
TANGGA	BETON	m3/m2	0,0064	0,0056	0,0081	0,0058	0,0065
	BESI	kg/m3	163,8489	270,7093	161,0302	134,8479	182,6091
	BEKISTING	m2/m3	10,2011	7,7270	7,2195	6,2489	7,8491
EXTERNAL WALL	BETON	m3/m2	0,0407	0,0232			0,0320
	BESI	kg/m3	169,4874	205,9731			187,7302
	BEKISTING	m2/m3	8,0272	8,1056			8,0664
TOTAL	BETON	m3/m2	0,4818	0,4401	0,3041	0,3337	0,39
	BESI	kg/m3	145,7192	156,2936	141,1236	152,9039	149,01
	BEKISTING	m2/m3	6,5766	6,0420	6,0146	6,7664	6,35

Pada proyek hotel nilai rata-rata rasio beton terbesar terdapat pada pekerjaan plat lantai (0,1355 m³/m²), sedangkan untuk nilai rata-rata rasio besi terbesar terdapat pada pekerjaan kolom (222,3277 kg/m³) dan untuk nilai rata-rata rasio bekisting terbesar terdapat pada pekerjaan plat lantai (8,5009 m²/m³).

Rentang rasio dibuat berdasarkan nilai rasio terkecil / minimum dan nilai rasio terbesar / maksimum. **Tabel 5** merupakan hasil rentang rasio dari keenam proyek apartemen dan keempat proyek hotel.

Tabel 5. Rentang Rasio Tiap Jenis Pekerjaan pada Proyek Apartemen & Hotel

JENIS PEKERJAAN		SATUAN	RENTANG RASIO APARTEMEN	RENTANG RASIO HOTEL
PILECAPS	BETON	m ³ /m ²	0,0387 - 0,0993	0,0385 - 0,0927
	BESI	kg/m ³	100,5288 - 159,0407	105,9114 - 144,5244
	BEKISTING	m ² /m ³	1,2027 - 1,6401	0,7916 - 1,5664
TIE BEAM	BETON	m ³ /m ²	0,0030 - 0,0236	0,0095 - 0,0530
	BESI	kg/m ³	147,7795 - 171,5457	124,5239 - 459,9499
	BEKISTING	m ² /m ³	2,0553 - 4,1751	2,0886 - 6,7201
PITS LIFT	BETON	m ³ /m ²	0,0011 - 0,0023	0,0018 - 0,0023
	BESI	kg/m ³	133,8518 - 161,8930	126,3917 - 180,1125
	BEKISTING	m ² /m ³	4,8966 - 6,2085	1,0000 - 10,8727
SUMP PIT	BETON	m ³ /m ²	0,0017 - 0,0019	0,0022 - 0,0086
	BESI	kg/m ³	123,8385 - 133,3333	113,8687 - 200,0000
	BEKISTING	m ² /m ³	1,8147 - 2,2222	0,8236 - 9,9198
STP	BETON	m ³ /m ²	0,0037 - 0,0094	0,0071 - 0,0107
	BESI	kg/m ³	131,4333 - 162,5821	102,0502 - 186,5084
	BEKISTING	m ² /m ³	4,2733 - 6,0598	4,0000 - 9,3788
GWT	BETON	m ³ /m ²	0,0020 - 0,0055	0,0107 - 0,0153
	BESI	kg/m ³	111,0000 - 158,5323	100,2559 - 163,4911
	BEKISTING	m ² /m ³	5,3139 - 6,6575	2,2947 - 4,5680
KOLAM RENANG	BETON	m ³ /m ²	0,0025 - 0,0170	
	BESI	kg/m ³	132,9529 - 179,1000	
	BEKISTING	m ² /m ³	2,5673 - 6,3449	
KOLOM	BASEMENT			
	BETON	m ³ /m ²	0,0038 - 0,0087	0,0064 - 0,0066
	BESI	kg/m ³	239,8270 - 286,6437	251,3077 - 299,9959
	BEKISTING	m ² /m ³	2,2895 - 7,4217	6,5188 - 7,5394
	LT. DASAR			
	BETON	m ³ /m ²	0,0030 - 0,0148	0,0063 - 0,0139
	BESI	kg/m ³	140,0000 - 257,3515	199,7393 - 392,9763
	BEKISTING	m ² /m ³	5,8155 - 7,9718	7,0011 - 7,1923
	LT. 2 s/d x			
	BETON	m ³ /m ²	0,0344 - 0,0439	0,0321 - 0,0500
	BESI	kg/m ³	140,0000 - 230,9809	177,0606 - 241,7882
	BEKISTING	m ² /m ³	6,6246 - 8,6154	6,0071 - 8,3838
	LT. ATAP			
	BETON	m ³ /m ²	0,0002 - 0,0045	0,0007 - 0,0016
	BESI	kg/m ³	124,7612 - 207,3469	145,7350 - 218,4156
BEKISTING	m ² /m ³	7,5537 - 12,8617	8,3652 - 10,4762	
BALOK	LT. DASAR			
	BETON	m ³ /m ²	0,0030 - 0,0072	0,0138 - 0,0157
	BESI	kg/m ³	221,3854 - 237,4821	170,1991 - 307,2813
	BEKISTING	m ² /m ³	6,9356 - 7,8778	6,7946 - 8,0071
	LT. 2 s/d x			
	BETON	m ³ /m ²	0,0438 - 0,1357	0,0300 - 0,1064
	BESI	kg/m ³	130,0000 - 243,2487	163,1306 - 275,6061
	BEKISTING	m ² /m ³	6,6732 - 9,0918	6,1449 - 9,0607
	LT. ATAP			
	BETON	m ³ /m ²	0,0012 - 0,0058	0,0040 - 0,0087
BESI	kg/m ³	130,0000 - 221,3854	142,3677 - 343,9512	
BEKISTING	m ² /m ³	4,1944 - 7,9998	4,6470 - 11,5753	

Tabel 5. Rentang Rasio Tiap Jenis Pekerjaan pada Proyek Apartemen & Hotel (cont')

JENIS PEKERJAAN		SATUAN	RENTANG RASIO APARTEMEN	RENTANG RASIO HOTEL
PLAT LANTAI	BASEMENT			
	BETON	m3/m2	0,0161 - 0,0354	0,0350 - 0,0535
	BESI	kg/m3	100,0210 - 107,5444	99,2870 - 124,2779
	BEKISTING	m2/m3	2,9574 - 3,9608	0,6527 - 4,9015
	LT. DASAR			
	BETON	m3/m2	0,0055 - 0,0500	0,0104 - 0,0310
	BESI	kg/m3	129,0216 - 171,5789	70,1540 - 109,8499
	BEKISTING	m2/m3	4,9988 - 9,5665	7,7546 - 10,5253
	LT. 2 s/d x			
	BETON	m3/m2	0,0679 - 0,1603	0,0727 - 0,0956
	BESI	kg/m3	124,5741 - 164,3236	77,5268 - 106,9334
	BEKISTING	m2/m3	7,4452 - 9,5064	7,2443 - 11,5992
	LT. ATAP			
	BETON	m3/m2	0,0043 - 0,0091	0,0002 - 0,0205
BESI	kg/m3	125,5038 - 171,8519	66,6043 - 116,8594	
BEKISTING	m2/m3	7,5574 - 11,1185	7,5172 - 10,6176	
TANGGA	BASEMENT			
	BETON	m3/m2	0,0002 - 0,0007	0,0008 - 0,0008
	BESI	kg/m3	122,7240 - 200,0000	127,7894 - 264,9203
	BEKISTING	m2/m3	7,6793 - 9,9633	7,7949 - 10,0842
	LT. DASAR			
	BETON	m3/m2	0,0004 - 0,0014	0,0009 - 0,0018
	BESI	kg/m3	118,2046 - 200,0000	134,8479 - 234,5346
	BEKISTING	m2/m3	5,9006 - 10,2469	6,2489 - 10,1199
	LT. 2 s/d x			
	BETON	m3/m2	0,0043 - 0,0085	0,0037 - 0,0063
BESI	kg/m3	112,2976 - 200,0000	134,8479 - 282,4080	
BEKISTING	m2/m3	5,5145 - 10,5354	6,2489 - 10,2375	
EXTERNAL WALL	BASEMENT			
	BETON	m3/m2	0,0051 - 0,0086	0,0133 - 0,0143
	BESI	kg/m3	126,1612 - 132,5141	154,9256 - 216,9718
	BEKISTING	m2/m3	5,3677 - 13,9177	7,8658 - 8,0000
	LT. DASAR			
	BETON	m3/m2	0,0014 - 0,0049	0,0014 - 0,0062
	BESI	kg/m3	130,5370 - 164,3236	180,1125 - 193,4723
	BEKISTING	m2/m3	2,1636 - 14,1075	9,1698 - 10,6809
	LT. 2 s/d x			
	BETON	m3/m2	0,0239 - 0,0412	0,0075 - 0,0202
	BESI	kg/m3	130,8170 - 163,0280	173,4210 - 189,8850
	BEKISTING	m2/m3	3,3854 - 11,1145	7,3292 - 8,1106
	LT. ATAP			
	BETON	m3/m2	0,0014 - 0,0021	0,0010 - 0,0010
BESI	kg/m3	130,5370 - 160,4810	133,7332 - 133,7332	
BEKISTING	m2/m3	3,3017 - 9,9845	7,7830 - 7,7830	
TOTAL RASIO	BETON	m3/m2	0,3041 - 0,5891	0,3041 - 0,4818
	BESI	kg/m3	141,3624 - 165,6701	141,1236 - 156,2936
	BEKISTING	m2/m3	6,1503 - 7,5207	6,0146 - 6,7664

Dari **Tabel 5** dapat terlihat bahwa rentang rasio dari proyek apartemen memiliki kecenderungan yang hampir sama dengan rentang rasio proyek hotel.

Nilai rasio proyek yang memiliki basement cenderung lebih besar dibandingkan nilai rasio proyek yang tidak memiliki basement, seperti yang terlihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Perbandingan Nilai Rasio Proyek tanpa Basement dengan Proyek yang Memiliki Basement

PROYEK TANPA BASEMENT	MEAN	RENTANG RASIO
	0,3152	0,3041 - 0,3337
	146,6505	141,1236 - 156,3953
	6,5169	6,0146 - 6,8306

PROYEK DENGAN BASEMENT	MEAN	RENTANG RASIO
	0,4603	0,37378375 - 0,5891
	156,8960	145,719204 - 165,6701
	6,6353	6,10079429 - 7,5442

Nilai rasio proyek yang memiliki tinggi antar lantai lebih/sama dengan 3m cenderung lebih besar dibandingkan nilai rasio proyek yang memiliki tinggi antar lantai kurang dari 3m, seperti yang terlihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Perbandingan Nilai Rasio Proyek yang Memiliki Tinggi antar Lantai Lebih/Sama dengan 3m dengan Proyek yang Memiliki Tinggi antar Lantai Kurang dari 3m

PROYEK YANG MEMILIKI TINGGI ANTAR LANTAI LEBIH/SAMA DENGAN 3M	MEAN	RENTANG RASIO
	0,4199	0,3041 - 0,5891
	154,0725	141,1236 - 165,6701
	6,5654	6,0146 - 7,5442

PROYEK YANG MEMILIKI TINGGI ANTAR LANTAI KURANG DARI 3M	MEAN	RENTANG RASIO
	0,3128	0,3041 - 0,3291
	146,4083	141,3624 - 156,3953
	6,6012	6,4130 - 6,8306

Nilai rasio proyek yang memiliki jumlah lantai kurang dari 8 lantai cenderung lebih besar dibandingkan nilai rasio proyek yang memiliki jumlah lantai lebih/sama dengan 8 lantai, seperti yang terlihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Perbandingan Nilai Rasio Proyek yang Memiliki Jumlah Lantai Kurang dari 8 Lantai dengan Proyek yang Memiliki Jumlah Lantai Lebih/Sama dengan 8 Lantai

PROYEK DENGAN JUMLAH LANTAI DIBAWAH 8 LANTAI	MEAN	RENTANG RASIO
	0,4614	0,3337 - 0,5891
	159,2870	152,9039 - 165,6701
	6,7089	6,6513 - 6,7664

PROYEK DENGAN JUMLAH LANTAI LEBIH/SAMA DENGAN 8 LANTAI	MEAN	RENTANG RASIO
	0,3694	0,3041 - 0,4818
	149,8948	141,1236 - 158,9667
	6,5429	6,0146 - 7,5442

6. KESIMPULAN

1. Proyek apartemen memiliki rentang rasio beton antara 0,3041-0,5891 m³/m² dengan nilai rata-rata sebesar 0,3863 m³/m², rentang rasio besi antara 141,3624-165,6701 kg/m³ dengan nilai rata-rata sebesar 153,1698 dan rentang rasio bekisting antara 6,1503-7,5207 m²/m³ dengan nilai rata-rata sebesar 6,6877 m²/m³.
2. Proyek hotel memiliki rentang rasio beton antara 0,3041-0,4818 m³/m² dengan nilai rata-rata sebesar 0,3899 m³/m², rentang rasio besi antara 141,1236-156,2936 kg/m³ dengan nilai rata-rata sebesar 149,0101 kg/m³, dan rentang rasio bekisting antara 6,0146-6,7664 m²/m³ dengan nilai rata-rata sebesar 6,3499 m²/m³.
3. Pada proyek apartemen, rata-rata rasio terbesar untuk kebutuhan beton terdapat pada jenis pekerjaan plat lantai sebesar 0,1417 m³/m², rata-rata rasio terbesar untuk kebutuhan besi terdapat pada jenis pekerjaan kolom sebesar 190,3768 kg/m³, dan rata-rata rasio terbesar untuk kebutuhan bekisting terdapat pada jenis pekerjaan plat lantai sebesar 8,0947 m²/m³.
4. Pada proyek hotel, rata-rata rasio terbesar untuk kebutuhan beton terdapat pada jenis pekerjaan plat lantai sebesar 0,1355 m³/m², rata-rata rasio terbesar untuk kebutuhan besi terdapat pada jenis pekerjaan kolom sebesar 222,3277 kg/m³, dan rata-rata rasio terbesar untuk kebutuhan bekisting terdapat pada jenis pekerjaan plat lantai sebesar 8,5009 m²/m³.

5. Rata-rata nilai rasio beton, besi, dan bekisting pada proyek yang memiliki basement lebih besar jika dibandingkan dengan proyek tanpa basement.
6. Rata-rata nilai rasio beton, besi, dan bekisting pada proyek yang memiliki tinggi antar lantai dibawah 3m lebih kecil jika dibandingkan dengan proyek yang memiliki tinggi antar lantai sama/lebih dari 3m.
7. Rata-rata nilai rasio beton, besi, dan bekisting pada proyek yang memiliki jumlah lantai lebih/sama dengan 8 lantai lebih kecil jika dibandingkan dengan proyek yang memiliki jumlah lantai kurang dari 8 lantai.

7. DAFTAR REFERENSI

- Peurifoy, R. L. (1989). *Estimating Construction Costs* (4th ed.). McGraw-Hill, USA.
- Project Management Institute (2008). *Project Management Body of Knowledge* (4thed.). Author, USA.
- Sugianto, B. dan Kusuma, E.V. (2009). *Jenis Pekerjaan yang Mendominasi Komposisi Biaya pada Proyek Apartemen*. (TA No.21011675/SIP/2009). Universitas Kristen Petra, Surabaya.