

# PENERAPAN CARA PENDEKATAN PERHITUNGAN KUANTITAS PEMBESIAN PADA KOLOM DAN BALOK STRUKTUR BETON BERTULANG PADA PROYEK KONSTRUKSI

Kurniawan Sunjaya<sup>1</sup>, Hendry Ari Mukti<sup>2</sup>, Budiman Proboyo<sup>3</sup>, Indriani Santoso<sup>4</sup>

**ABSTRAK :** Besi beton adalah material utama struktur beton bertulang yang paling mahal. Oleh karena itu, diperlukan proses estimasi yang teliti. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kuantitas pembesian kolom dan balok dengan menerapkan nilai  $\alpha$  yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya. Nilai  $\alpha$  tersebut dikalikan dengan kuantitas pembesian yang dihitung dengan metode pendekatan ( $W_{\text{pendekatan}}$ ) agar menghasilkan kuantitas pembesian total ( $W_{\text{BQpendekatan}}$ ). Penelitian ini menggunakan proyek Rumah Akasia 08 dan proyek Biz-Square Apartment sebagai objek penelitian. Pada penelitian ini, didapatkan hasil kuantitas pembesian untuk proyek Rumah Akasia 08 adalah 1,948.847 kg untuk kolom dan 2,125.126 kg untuk balok. Sedangkan kuantitas pembesian untuk proyek Biz-Square Apartment adalah 158,579.666 kg untuk kolom dan 347,208.919 kg untuk balok. Setelah itu,  $W_{\text{BQ RAB}}$  yang didapatkan dari kontraktor akan dibandingkan dengan  $W_{\text{BQpendekatan}}$ . Dari penelitian ini, didapatkan rentang perbandingan antara  $W_{\text{BQ RAB}}$  dengan  $W_{\text{BQpendekatan}}$  ( $\bar{f}u$  untuk tulangan utama dan  $\bar{f}s$  untuk sengkang) yaitu 1.130-1.190 untuk  $\bar{f}u$  kolom, 0.860-1.120 untuk  $\bar{f}s$  kolom, 1.040-1.140 untuk  $\bar{f}u$  balok, dan 1.050-1.100 untuk  $\bar{f}s$  balok. Rentang perbandingan tersebut dapat diterapkan untuk menghitung kuantitas pembesian ( $W_{\text{BQ}}$ ) kolom dan balok struktur beton bertulang pada proyek rumah tinggal dan apartment dengan cara mengalikan rentang perbandingan tersebut dengan  $W_{\text{pendekatan}}$  yang sudah dikalikan dengan  $\alpha$ .

**KATA KUNCI :** estimasi biaya, kolom, balok, kuantitas pembesian, struktur beton bertulang, metode pendekatan.

## 1. PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu proyek bisa diukur dengan 3 aspek yaitu biaya, kualitas, dan waktu (Barrie&Paulson, 1992). Untuk membuat rencana biaya yang akurat perlu dilakukan proses estimasi. Estimasi adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi (Sastraatmadja, 1984). Besi beton adalah material utama yang paling mahal. Oleh karena itu, diperlukan sebuah estimasi terhadap kebutuhan besi beton yang akurat, sehingga didapatkan volume bahan yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Estimasi yang dilakukan haruslah menggunakan metode yang definitif karena perkiraan dibuat secara detail dalam pengumpulan informasi dan sistematis untuk menentukan suatu kuantitas sehingga memiliki hasil perkiraan yang cukup akurat (Chen, Liew, 2002.). Metode definitif yang digunakan untuk menghitung kebutuhan besi beton adalah *Bar Bending Schedule*. Salah satu kekurangan dari metode ini adalah membutuhkan durasi waktu pengerjaan yang lama. Maka dari itu, diperlukanlah suatu metode lain agar bisa melakukan estimasi terhadap kuantitas besi beton yang dibutuhkan di proyek tanpa memakan durasi waktu yang lama, yaitu metode pendekatan.

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21414002@john.petra.ac.id

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21414052@john.petra.ac.id

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, bproboyo@petra.ac.id

<sup>4</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, indriani@petra.ac.id

Penelitian kali ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu dengan penerapan nilai korelasi  $\alpha$  yang telah didapatkan, yang mana jika  $\alpha$  dikalikan dengan  $W_{\text{pendekatan}}$  maka akan didapatkan nilai  $W_{\text{BQ}}$ . Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memudahkan perhitungan estimasi kebutuhan tulangan pada struktur beton bertulang dan mengetahui perbandingan estimasi kebutuhan tulangan yang menggunakan metode pendekatan dibandingkan dengan kebutuhan tulangan yang ada pada BQ yang didapat dari kontraktor suatu proyek konstruksi.

## 2. LANDASAN TEORI

Proses estimasi bertujuan untuk melihat apakah perkiraan biaya konstruksi dapat terpenuhi dengan dana yang tersedia, mengatur aliran dana ketika pelaksanaan konstruksi sedang berjalan, dan kompetisi pada saat proses penawaran. Pada saat pelaksanaannya, sering terjadi perbedaan asumsi yang dibuat pada tahap estimasi sehingga hasil estimasi yang didapat semula menjadi tidak akurat. Metode pendekatan adalah suatu metode untuk menghitung kuantitas pembesian struktur beton bertulang dengan menghitung berat besi beton per meter untuk elemen struktur, lalu dikalikan dengan panjang dan jumlah elemen struktur sejenis. Setelah itu, hasil perhitungan kuantitas pembesian dengan metode pendekatan tersebut dikalikan nilai korelasi  $\alpha$ . Nilai korelasi  $\alpha$  kolom yang digunakan adalah 1.239 untuk tulangan utama kolom, dan 1.268 untuk sengkang kolom (Tanjung, Aristotelin, 2018). Sedangkan nilai korelasi  $\alpha$  yang digunakan adalah 1.006 untuk tulangan utama sloof, 1.254 untuk tulangan utama balok, 0.819 untuk sengkang sloof, 1.099 untuk sengkang balok, dan 1.105 untuk tulangan samping balok dan sloof (Danielle, Candra, 2017).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian terapan dengan cara mengolah data gambar struktur proyek Rumah Akasia 08 dan proyek Biz-Square *Apartment* untuk mendapatkan kuantitas pembesian pada kolom dan balok struktur beton bertulang. Hal pertama yang dilakukan adalah perhitungan kuantitas pembesian kolom dan balok struktur beton bertulang pada proyek konstruksi tersebut dengan metode pendekatan. Dari perhitungan tersebut akan didapatkan kuantitas pembesian kolom dan balok berdasarkan metode pendekatan yang disebut  $W_{\text{pendekatan}}$ . Setelah itu, perhitungan dilanjutkan untuk mendapatkan  $W_{\text{BQ}}$  dengan cara mengalikan nilai korelasi ( $\alpha$ ) yang didapatkan dari penelitian sebelumnya dengan  $W_{\text{pendekatan}}$  dan panjang bentang kolom/balok. Dari perhitungan tersebut akan didapatkan estimasi kebutuhan besi beton total ( $W_{\text{BQ}} \text{ pendekatan}$ ) dari proyek konstruksi tersebut. Selanjutnya,  $W_{\text{BQ}}$  RAB (kuantitas) dari kontraktor proyek konstruksi tersebut dibandingkan dengan  $W_{\text{BQ}} \text{ pendekatan}$ . Tujuan dari perbandingan tersebut adalah untuk mengetahui bagaimana penerapan metode pendekatan dalam menghitung kebutuhan pembesian kolom dan balok pada proyek.

## 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Gambaran Umum Data

Data proyek Rumah Akasia 08 dan proyek Biz-Square *Apartment* didapatkan dari kontraktor proyek tersebut. Proyek Rumah Akasia 08 merupakan bangunan 2 tingkat sedangkan proyek Biz-Square *Apartment* merupakan bangunan 15 tingkat. Jenis pekerjaan konstruksi yang dibahas pada penelitian ini adalah pekerjaan kolom dan balok struktur beton bertulang pada seluruh tingkat.

### 4.2. Rumah Akasia 08

Pada proyek Rumah Akasia 08, kolom struktur beton bertulang diklasifikasikan menjadi 8 macam kolom berdasarkan dimensi, jumlah tulangan, dan diameter tulangan. Sedangkan, untuk balok struktur beton bertulang pada proyek ini diklasifikasikan menjadi 17 macam balok berdasarkan dimensi, jumlah tulangan, dan diameter tulangan.

#### 4.2.1. Kolom Rumah Akasia 08

Untuk mendapatkan kuantitas pembesian tulangan utama dan sengkang kolom proyek Rumah Akasia 08, dilakukan perhitungan dengan metode pendekatan. Dari 8 macam kolom, dilakukan perhitungan berat

tulangan utama dan sengkang per meter kolom. Setelah itu, dikalikan dengan panjang dan jumlah setiap macam kolom. Hasil perhitungan tersebut disebut  $W_{\text{pendekatan}}$ . Selanjutnya,  $W_{\text{pendekatan}}$  tersebut dikalikan dengan  $\alpha$  untuk tulangan utama dan sengkang kolom. Hasil perhitungan tersebut disebut  $W_{\text{BQ pendekatan}}$ . Setelah itu,  $W_{\text{BQ RAB}}$  yang didapat dari kontraktor proyek tersebut dibandingkan dengan  $W_{\text{BQ pendekatan}}$ . Hasil perbandingan tersebut disebut  $fu$  untuk tulangan utama dan  $fs$  untuk sengkang. **Tabel 1** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama kolom dan  $fu$ .

**Tabel 1. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Tulangan Utama dan  $fu$  Kolom Rumah Akasia 08**

Tipe	Tingkat	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$fu$
K1	1	32.656	1.239	40.461	48.94	1.210
	2	246.480		305.389	379.6	1.243
K2	2	13.520		16.751	19.35	1.155
K3	1	85.738		106.229	125.85	1.185
K4	1	152.422		188.851	214.92	1.138
K5	1	381.056		472.128	559.32	1.185
K6	1	114.317		141.639	167.8	1.185
K7	1	66.684		82.622	97.89	1.185
K9	1	171.475		212.458	251.7	1.185
$\overline{fu}$						<b>1.185</b>

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian sengkang kolom struktur beton bertulang pada proyek Rumah Akasia 08. **Tabel 2** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian sengkang kolom dan  $fs$ .

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Sengkang dan  $fs$  Kolom Rumah Akasia 08**

Tipe	Tingkat	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$fs$
K1	1	7.905	1.268	10.024	9.25	0.923
	2	59.680		75.674	67.69	0.894
K2	2	4.172		5.29	4.59	0.868
K3	1	23.066		29.248	23.53	0.804
K4	1	37.991		48.173	48.68	1.011
K5	1	90.455		114.697	93.04	0.811
K6	1	26.232		33.262	27.05	0.813
K7	1	14.925		18.925	15.42	0.815
K9	1	37.087		47.026	38.42	0.817
$\overline{fs}$						<b>0.862</b>

#### 4.2.2. Balok Rumah Akasia 08

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama balok struktur beton bertulang pada proyek Rumah Akasia 08. **Tabel 3** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama balok dan  $fu$ .

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Tulangan Utama dan  $fu$  Balok Rumah Akasia 08**

Tipe	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$fu$
S1-1	456.768	1.006	459.509	567.81	1.236
B4-1	278.408	1.254	349.124	406.31	1.164

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Tulangan Utama dan  $f_u$  Balok Rumah Akasia 08 (Lanjutan)**

Typ	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$f_u$
<b>B4-1A</b>	28.184	1.254	35.343	40.82	1.155
<b>B4-3</b>	46.800		58.687	72.62	1.237
<b>B4-4</b>	51.480		64.556	64.15	0.994
<b>B4-5</b>	56.628		71.012	87.18	1.228
<b>KL4-1</b>	19.968		25.040	26.55	1.060
<b>KL5-1</b>	22.464		28.170	28.66	1.017
<b>B6-1</b>	18.720		23.475	23.66	1.008
<b>B5-2</b>	22.750		28.529	34.52	1.210
<b>B9-1</b>	50.544		63.382	68.35	1.078
<b>B10-1</b>	5.824		7.303	8.66	1.186
<b>B3-2</b>	39.546		49.591	57.1	1.151
<b>B7-1</b>	18.720		23.475	28.96	1.234
<b>B8-1</b>	18.200		22.823	25.41	1.113
<b>KL3-1</b>	14.976		18.780	20.83	1.109
<b>B3-1</b>	342.264		429.199	480.700	1.120

$\overline{f_u}$       **1.135**

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian sengkang balok struktur beton bertulang pada proyek Rumah Akasia 08. **Tabel 4** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian sengkang balok dan  $f_s$ .

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Sengkang dan  $f_s$  Balok Rumah Akasia 08**

Typ	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$f_s$
<b>S1-1</b>	227.697	0.819	186.484	231.240	1.240
<b>B4-1</b>	138.786	1.099	152.526	156.430	1.026
<b>B4-1A</b>	14.050		15.441	18.340	1.188
<b>B4-3</b>	15.553		17.093	21.060	1.232
<b>B4-4</b>	20.530		22.563	21.650	0.960
<b>B4-5</b>	18.819		20.682	22.380	1.082
<b>KL4-1</b>	9.954		10.939	13.390	1.224
<b>KL5-1</b>	8.461		9.299	9.480	1.020
<b>B6-1</b>	29.278		32.177	31.440	0.977
<b>B5-2</b>	25.698		28.242	27.380	0.969
<b>B9-1</b>	52.062		57.216	58.740	1.027
<b>B10-1</b>	4.230		4.649	4.560	0.981
<b>B3-2</b>	14.186		15.590	15.630	1.003
<b>B7-1</b>	27.146		29.834	34.230	1.147
<b>B8-1</b>	12.529		13.769	15.920	1.156
<b>KL3-1</b>	6.044		6.642	8.010	1.206
<b>B3-1</b>	138.119		151.793	180.090	1.186

$\overline{f_s}$       **1.095**

#### 4.3. Biz-Square Apartment

Pada proyek Biz-Square Apartment, kolom struktur beton bertulang diklasifikasikan menjadi 15 macam kolom berdasarkan dimensi, jumlah tulangan, dan diameter tulangan. Sedangkan, untuk balok struktur beton bertulang pada proyek ini diklasifikasikan menjadi 8 macam balok berdasarkan dimensi, jumlah tulangan, dan diameter tulangan.

##### 4.3.1. Kolom Biz-Square Apartment

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama kolom struktur beton bertulang pada proyek Biz-Square Apartment. **Tabel 5** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama kolom dan  $f_u$ .

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Tulangan Utama dan  $f_u$  Kolom Biz-Square Apartment**

Tipe	Kode	Wpendekatan (kg)	$\alpha$	WBQ pendekatan (kg)	WBQ RAB (kg)	$f_u$	
<b>Tingkat 1-5</b>							
K2	A	107.280	1.239	132.920	157.906	1.188	
	B	286.080		354.453	401.030	1.131	
K3	A	1126.440		1395.659	1658.012	1.188	
	B	3003.840		3721.758	4210.824	1.131	
K4	A	4881.240		6047.856	7184.717	1.188	
	B	13016.640		16127.617	18246.900	1.131	
K5	A	3567.060		4419.587	5250.370	1.188	
	B	9512.160		11785.566	13334.272	1.131	
K6	A	2336.320		2894.700	3868.694	1.336	
	B	7008.960		8684.101	9825.256	1.131	
<b>Tingkat 6-10</b>							
K2-1	A	267.600		1.239	331.556	364.548	1.100
K3-1	A	2341.500	2901.119		3189.790	1.100	
K4-1	A	10436.400	12930.700		14217.355	1.100	
K5-1	A	7626.600	9449.357		10389.605	1.100	
K6-1	A	5619.600	6962.684		7655.500	1.100	
<b>Tingkat 11-15</b>							
K2-2	A	267.600	1.239	331.556	364.548	1.100	
K3-2	A	2341.500		2901.119	3189.790	1.100	
K4-2	A	8697.000		10775.583	11847.795	1.100	
K5-2	A	7626.600		9449.357	10389.605	1.100	
K6-2	A	5619.600		6962.684	7655.500	1.100	

$\overline{f_u}$       **1.137**

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian sengkang kolom struktur beton bertulang pada proyek Biz-Square Apartment. **Tabel 6** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian sengkang kolom dan  $f_s$ .

**Tabel 6. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Sengkang dan  $f_s$  Kolom Biz-Square Apartment**

Tipe	Kode	Wpendekatan (kg)	$\alpha$	WBQ pendekatan (kg)	WBQ RAB (kg)	$f_s$
<b>Tingkat 1-5</b>						
K2	A	25.322	1.268	32.108	37.855	1.179

**Tabel 6. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Senggang dan  $f_s$  Kolom Biz-Square Apartment (Lanjutan)**

Tipe	Kode	Wpendekatan (kg)	$\alpha$	WBQ pendekatan (kg)	WBQ RAB (kg)	$f_s$	
K2	B	67.524	1.268	85.621	92.471	1.080	
K3	A	367.720		466.269	549.731	1.179	
	B	980.586		1243.383	1394.424	1.121	
K4	A	1429.342		1812.406	2136.827	1.179	
	B	3811.579		4833.082	5179.292	1.072	
K5	A	1225.389		1553.793	1831.922	1.179	
	B	3267.703		4143.447	4473.620	1.080	
K6	A	802.594		1017.689	1199.855	1.179	
	B	2407.781		3053.066	3296.352	1.080	
<b>Tingkat 6-10</b>							
K2-1	A	90.435		1.268	114.671	124.991	1.090
K3-1	A	781.122			990.463	1079.605	1.090
K4-1	A	2901.310	3678.861		4009.958	1.090	
K5-1	A	2120.188	1.268	2688.399	2930.355	1.090	
K6-1	A	1822.618		2311.080	2519.077	1.090	
<b>Tingkat 11-15</b>							
K2-2	A	126.608	1.268	160.539	175.148	1.091	
K3-2	A	989.915		1255.212	1369.580	1.091	
K4-2	A	3676.826		4662.216	5087.005	1.091	
K5-2	A	2686.912		3407.004	3717.425	1.091	
K6-2	A	1979.830		2510.424	2739.155	1.091	
<b><math>f_s</math></b>						<b>1.112</b>	

#### 4.3.2. Balok Biz-Square Apartment

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama balok struktur beton bertulang pada proyek Biz-Square Apartment.. **Tabel 7** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian tulangan utama balok dan  $f_u$ .

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Tulangan Utama dan  $f_u$  Balok Biz-Square Apartment**

Tipe	Tingkat	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$f_u$
BM1B	1	2811.373	1.006	2828.241	3334.496	1.179
	2	2556.203	1.254	3205.479	3692.712	1.152
	3-15	36450.287		45708.660	45595.55	0.998
BM2	1	1279.800	1.006	1287.479	1516.791	1.178
	2	1279.800	1.254	1604.869	1516.791	0.945
	3-15	16637.400		20863.300	19718.286	0.945
BT	1	45.030	1.006	45.300	51.206	1.130
	2	45.030	1.254	56.468	51.206	0.907
	3-15	585.390		734.079	665.678	0.907
BML1	1	2801.304	1.006	2818.112	3281.423	1.164
	2	2872.890	1.254	3602.604	3727.263	1.035
	3-15	36121.491		45296.350	42658.496	0.942

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Tulangan Utama dan  $f_u$  Balok Biz-Square Apartment (Lanjutan)**

Tipe	Tingkat	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$f_u$
BML2	1	813.384	1.006	818.264	906.595	1.108
	2	813.384	1.254	1019.984	1099.543	1.078
	3-15	10573.995		13259.790	13100.673	0.988
BA1	1	1651.724	1.006	1661.634	1967.375	1.184
	2	1823.028	1.254	2286.077	2468.963	1.080
	3-15	25525.774		32009.320	32201.376	1.006
BL	1	449.040	1.006	451.734	492.741	1.091
	2	343.828	1.254	431.161	475.139	1.102
	3-15	4469.766		5605.087	5840.501	1.042
BTB	1	36.956	1.006	37.177	40.393	1.086
	2	98.832	1.254	123.935	114.965	0.928
	3-15	1284.815		1611.158	1494.544	0.928
$\bar{f}_u$						<b>1.046</b>

Dengan metode pendekatan, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian sengkang balok struktur beton bertulang pada proyek Biz-Square Apartment. **Tabel 8** merupakan hasil perhitungan kuantitas pembesian sengkang balok dan  $f_s$ .

**Tabel 8. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Sengkang dan  $f_s$  Balok Biz-Square Apartment**

Tipe	Tingkat	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$f_s$
BM1B	1	3560.179	0.819	2915.787	3363.59	1.154
	2	2993.519	1.099	3289.877	3661.633	1.113
	3-15	42686.201		46912.135	46020.804	0.981
BM2	1	1539.640	0.819	1260.965	1447.187	1.148
	2	1423.811	1.099	1564.768	1597.628	1.021
	3-15	18509.540		20341.985	18813.43	0.925
BT	1	62.015	0.819	50.790	57.16	1.125
	2	57.726	1.099	63.440	64.328	1.014
	3-15	750.434		824.727	743.085	0.901
BML1	1	3209.579	0.819	2628.645	3016.444	1.148
	2	3043.967	1.099	3345.320	3606.255	1.078
	3-15	38272.479		42061.454	42812.433	1.018
BML2	1	1087.252	0.819	890.459	1013.81	1.139
	2	1005.457	1.099	1104.997	1143.672	1.035
	3-15	13070.935		14364.957	14264.402	0.993
BA1	1	686.119	0.819	561.932	659.708	1.174
	2	757.278	1.099	832.248	858.048	1.031
	3-15	10603.299		11653.026	11734.597	1.007
BL	1	303.915	0.819	248.906	293.958	1.181
	2	247.657	1.099	272.175	301.874	1.109
	3-15	3219.545		3538.280	3,968.46	1.122

**Tabel 8. Hasil Perhitungan Kuantitas Pembesian Senggang dan  $f_s$  Balok Biz-Square Apartment (Lanjutan)**

Tipe	Tingkat	W pendekatan (kg)	$\alpha$	W BQ pendekatan (kg)	W BQ RAB (kg)	$f_s$
BTB	1	25.012	0.819	20.485	22.102	1.079
	2	71.188	1.099	78.236	71.281	0.911
	3-15	925.444		1017.063	926.659	0.911
					$\overline{f_s}$	<b>1.055</b>

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Total kuantitas pembesian total untuk proyek Rumah Akasia 08 adalah 1,566.528 kg untuk tulangan utama kolom, 382.319 kg untuk sengkang kolom, 1,350.187 kg untuk tulangan utama balok, dan 774.939 kg untuk sengkang balok. Hasil perbandingan  $W_{BQ}$  RAB dengan  $W_{BQ}$  pendekatan pada proyek ini adalah 1.185 untuk  $\overline{f_u}$  kolom, 0.862 untuk  $\overline{f_s}$  kolom, 1.135 untuk  $\overline{f_u}$  balok, dan 1.095 untuk  $\overline{f_s}$  balok. Total kuantitas pembesian total untuk proyek Biz-Square Apartment adalah 118,559.935 kg untuk tulangan utama kolom, 40,019.731 kg untuk sengkang kolom, 187,366.262 kg untuk tulangan utama balok, dan 159,842.657 kg untuk sengkang balok. Hasil perbandingan  $W_{BQ}$  RAB dengan  $W_{BQ}$  pendekatan pada proyek ini adalah 1.137 untuk  $\overline{f_u}$  kolom, 1.112 untuk  $\overline{f_s}$  kolom, 1.046 untuk  $\overline{f_u}$  balok, dan 1.055 untuk  $\overline{f_s}$  balok.

Range dari nilai  $\overline{f_u}$  dan  $\overline{f_s}$  yaitu 1.130-1.190 untuk  $\overline{f_u}$  kolom, 0.850-1.120 untuk  $\overline{f_s}$  kolom, 1.040-1.140 untuk  $\overline{f_u}$  balok, dan 1.050-1.100 untuk  $\overline{f_s}$  balok.

Penerapan untuk proyek rumah tinggal dan apartment selanjutnya untuk mendapatkan kuantitas pembesian kolom dan balok untuk *Bill of Quantity* ( $W_{BQ}$ ):

Untuk tulangan utama :  $W_{BQ} = W_{pendekatan} \times \alpha \times \overline{f_u}$

Untuk sengkang :  $W_{BQ} = W_{pendekatan} \times \alpha \times \overline{f_s}$

### 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk menerapkan metode pendekatan ini untuk menghitung kuantitas pembesian pada tipe bangunan yang lain agar metode pendekatan ini menjadi lebih teruji.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Barrie, Donald S. and Boyd C. Paulson. (1992). *Professional Construction Management: including CM, Design-Construct, and General Contracting*, 3rd edition. McGraw-Hill. New York.
- Chen, W.F. and Richard. J.Y.Liew. (2002). *Civil Engineer handbook*, 2<sup>nd</sup> edition. CRC Press. New York.
- Danielle, M., & Candra, S. (2017). *Cara Pendekatan Perhitungan Kuantitas Pembesian pada Balok Struktur Beton Bertulang*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Sastraatmadja, A. Soedradjat. (1984). *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Nova. Jakarta.
- Tanjung, I., & Aristotelin, R. (2018). *Cara Pendekatan Perhitungan Kuantitas Pembesian pada Kolom Struktur Beton Bertulang*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Kristen Petra. Surabaya.