

CARA PENDEKATAN PERHITUNGAN KUANTITAS PEMBESIAN PADA KOLOM STRUKTUR BETON BERTULANG

David Christiando Angir¹, Daniel Erwin Ekajaya², Indriani Santoso³, Budiman Proboyo⁴

ABSTRAK : Estimasi khususnya estimasi biaya, digunakan pada dunia konstruksi sebelum proyek dimulai atau pada saat tender. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas pembesian dengan menggunakan dua metode yang berbeda. Dalam penelitian ini, kuantitas pembesian akan dicari dengan metode dua metode, yaitu metode pendekatan dan metode definitif (*bar bending schedule*). Data yang digunakan adalah denah struktur, denah detail kolom dan RAB untuk kolom struktur bertulang. Metode pendekatan ini menghitung kebutuhan volume besi per meter panjang. Hasilnya nanti akan dikali dengan tinggi kolom tersebut sehingga menghasilkan kebutuhan satu kolom tersebut yang disebut $W_{pendekatan}$. Selain itu, kebutuhan besi juga dihitung dengan menggunakan Bar Bending Schedule dan menghasilkan W_{BBS} . Kemudian kita mencari nilai α sebagai hasil bagi dari $W_{pendekatan}$ dengan W_{BBS} . Dari hasil penelitian, didapat 2 nilai α , yaitu untuk tulangan utama dan sengkang. Hasilnya, nilai α untuk tulangan utama sebesar 1.16, sedangkan nilai α untuk sengkang sebesar 1.09. Nilai α ini yang akan dikalikan dengan $W_{pendekatan}$ untuk mendapatkan hasil yang akan digunakan sebagai W_{BQ} . Penggunaan metode pendekatan membuat hasil perhitungan lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan *bar bending schedule*.

KATA KUNCI : estimasi biaya, kolom, kuantitas pembesian, struktur beton bertulang, metode definitif, metode pendekatan, rencana anggaran biaya dan *bar bending schedule*

1. PENDAHULUAN

Estimasi adalah suatu perkiraan terhadap biaya di masa yang akan datang dari berbagai aktivitas konstruksi, yang didasarkan pada data nyata (Hardie, 1987). Dalam estimasi biaya konstruksi ada dua hal utama yaitu *measurement* dan *pricing* (Hardie, 1987). *Measurement* mempunyai arti pengukuran, yang berhubungan dengan kuantitas. Besi merupakan salah satu material utama untuk struktur beton bertulang. Perhitungan kuantitas pembesian dapat menggunakan metode definitif (*bar bending schedule*). *Bar Bending Schedule* ini berisi tentang detail bentuk tulangan, jumlah tulangan, panjang tulangan, serta dimensi tulangan yang diperlukan (Amerincan Concrete Institute, 2000). Dari *Bar Bending Schedule* ini nantinya akan menghasilkan kuantitas besi dalam satuan berat. Salah satu masalah dalam pembuatan *bar bending schedule* adalah pengerjaannya membutuhkan waktu relatif lama. Maka dari itu, diperlukan cara lain untuk dapat mempermudah estimasi kuantitas pembesian tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan metode pendekatan. Metode pendekatan ini menggunakan perhitungan kuantitas pembesian per satuan panjang. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkirakan kuantitas pembesian pada suatu beton bertulang terutama kolom, dengan waktu yang singkat dan hasil yang sedekat mungkin dengan *Bar Bending Schedule*. Dengan begitu maka pekerjaan estimasi diharapkan akan menjadi lebih mudah.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413049@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413147@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, indriani@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, bproboyo@petra.ac.id

2. LANDASAN TEORI

Pekerjaan konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan sesuatu bangunan, mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, meskipun tidak jarang juga melibatkan disiplin lain seperti teknik industri, mesin, elektro, geoteknik, maupun lansekap (Prasko, 2012). Pada dasarnya, bagian-bagian konstruksi bangunan meliputi bangunan bawah dan bangunan atas. Bangunan bawah berguna untuk menopang bangunan bawah sehingga harus mempunyai struktur yang kuat, tidak mudah bergerak, dan kondisinya stabil. Yang termasuk bagian bangunan bawah meliputi pondasi dan balok beton. Bangunan atas merupakan bagian yang berfungsi mendukung maksud pendirian bangunan tersebut. Bagian-bagian bangunan atas di antaranya dinding, kolom, ventilasi, balok latei, balok ring, kuda-kuda, dan atap (*Bagian-bagian Konstruksi Bangunan, dari Pondasi sampai Atap*, n.d.). Pada dunia konstruksi, estimasi biaya konstruksi sering digunakan untuk mengetahui perkiraan biaya yang akan digunakan pada suatu proyek konstruksi. Adanya rentang waktu memungkinkan terjadi perubahan besarnya perkiraan biaya awal dengan biaya yang akan dikeluarkan (Setiyadi, 2005). Menurut Hardie (1987), proses estimasi dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengukuran dan penentuan harga. Pengukuran meliputi deskripsi pekerjaan, penetapan dimensi, dan perhitungan kuantitas. Salah satu bagian estimasi yang dihitung adalah kebutuhan bahan untuk kolom struktur beton bertulang. Kolom adalah bagian dari bangunan atas yang terletak di atas sloof dan di sela-sela dinding. Kolom memiliki kegunaan sebagai penyangga utama dari beban yang ada di atasnya. Kolom juga berguna untuk mengikat dinding supaya kondisinya tetap stabil (*Bagian-bagian Konstruksi Bangunan, dari Pondasi sampai Atap*, n.d.). Dalam struktur beton bertulang, terdapat tiga komponen utama yaitu cor beton, besi beton, dan bekisting. (Sastratmadja, 1994) Diantara ketiga material tersebut, besi beton memiliki pengaruh terbesar terhadap biaya pekerjaan beton bertulang. Pada perhitungan pembesian, detail tulangan perlu diperhatikan dengan baik. Hal ini bertujuan agar bangunan yang dikerjakan sesuai dengan perhitungan perencanaan. Panjang penyaluran, kait, dan sambungan merupakan beberapa hal yang termasuk dalam detail tulangan. Aturan mengenai detail tulangan ini telah ditulis secara jelas di SNI 2847:2013.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan dengan cara mengolah data gambar struktur proyek ruko (SOHO) untuk mendapatkan kuantitas pembesian pada kolom struktur beton bertulang. Pertama yang dilakukan adalah menghitung kuantitas besi kolom dengan *bar bending schedule*. Ada dua jenis tulangan yang akan dihitung, yaitu tulangan utama dan tulangan sengkang. Setelah itu dilakukan perhitungan kuantitas pembesian dengan metode pendekatan per satuan panjang. Yaitu dengan cara memotong kolom sepanjang kurang lebih satu meter, kemudian dicari kuantitas besi per meter kolom dengan cara mengalikan panjang tulangan utama dengan jumlah tulangan serta berat jenisnya. Hal yang sama dilakukan untuk perhitungan kuantitas tulangan sengkang. Bilamana ada perbedaan jarak sengkang pada daerah tepi dan tengah, dilakukan rata-rata dahulu. Setelah mendapatkan kuantitas besi kolom pada struktur beton bertulang, baik menggunakan bar bending schedule serta metode pendekatan, maka dicari suatu nilai koefisien (α). Nilai ini dipakai sebagai pengali untuk kuantitas besi dengan metode pendekatan agar hasilnya sama atau mendekati kuantitas besi dengan *bar bending schedule*. Nilai α didapat dengan membagi hasil kuantitas pembesian dengan bar bending schedule dengan hasil kuantitas pembesian dengan metode pendekatan pada kolom yang sama. Setelah itu didapatkan nilai α untuk semua kolom, dicari nilai rata-rata yang nantinya bisa dipakai.

4. ANALISA DATA

Data proyek ruko atau SOHO diperoleh dari salah satu kontraktor dari Surabaya, berjumlah 75 ruko dengan pembagian tiga zona. Namun pada kesempatan ini, penelitian dilakukan pada 29 ruko yang berada di zona 1 saja. Bangunan ini dibagi dalam tiga gedung (ABC) dengan jumlah lantai 4 dan 3 yaitu Lantai 1 (EL. $\pm 0,00$), Lantai 2 (EL. +3,78), Lantai 3 (EL. +7,01), Lantai 4 (EL. +13,47).

Jenis pekerjaan konstruksi yang akan dibahas adalah pekerjaan struktur atas yaitu pekerjaan kolom struktur beton bertulang. Tinggi antar lantai (elevasi ke elevasi) digunakan menjadi acuan dalam

menentukan tinggi kolom. Khusus tingkat 1, tinggi kolom akan ditambah dengan kedalaman kolom sampai di permukaan pondasi. Untuk skema penulangan sesuai dengan gambar perencanaan dari kontraktor.

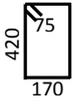
4.1. Analisa Perhitungan Kuantitas Besi Kolom

Perhitungan kuantitas pembesian kolom dilakukan dengan menggunakan *bar bending schedule* untuk kolom jenis K4-1 pada tingkat 1 dengan penampang seperti **Gambar 1**, dengan hasil perhitungan seperti pada **Tabel 1**.

KODE KOLON	K4-1	
	UJUNG	TENGAH
		
DIMENSI	250 x 500	250 x 500
TUL. UTAMA	10 D16	10 D16
SENGKANG	ø8-150	ø8-200

Gambar 1. Potongan Kolom

Tabel 1. BBS Kolom K4-1

Nama	Kode	Pola Penulangan	Ø	D	L (m)	N	g (kg/m)	W _{BBS} (kg)
Tul Utama	1			16	5.56	10	1.578	87.76
Sengkang	2		8		1.33	29	0.395	18.88
Sengkang	3		8		0.32			

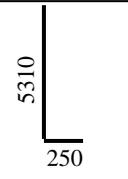
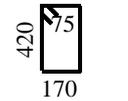
Untuk perhitungan dengan metode pendekatan, diambil sampel dengan pemotongan pada jarak antar tulangan sengkang sepanjang kurang lebih satu meter dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Metode Pendekatan Kolom K4-1

Kode	Potongan per 1.05m			Total
	L	N	W	W
Tul (No 1)	1.05	10	16.57	67.55
Tul (No 2)	1.33	6	3.91	15.92
Tul (No 3)	0.32			

Langkah selanjutnya mencari koefisien α dengan membagi hasil kuantitas pembesian *bar bending schedule* dengan metode pendekatan yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Kuantitas Besi Kolom K4-1

Nama	Kode	Pola	Dia.	L	N	g	W _{BBS}	W _{pend.}	α
		Penulangan	(mm)	(mm)	(bh)	(kg/m)	(kg)	(kg)	
Tul Utama	1		D16	5560	10	1.58	87.76	67.55	1.30
Sengkang	2		Ø8	1330	29	0.39	18.88	15.92	1.19
Sengkang	3		Ø8	320					

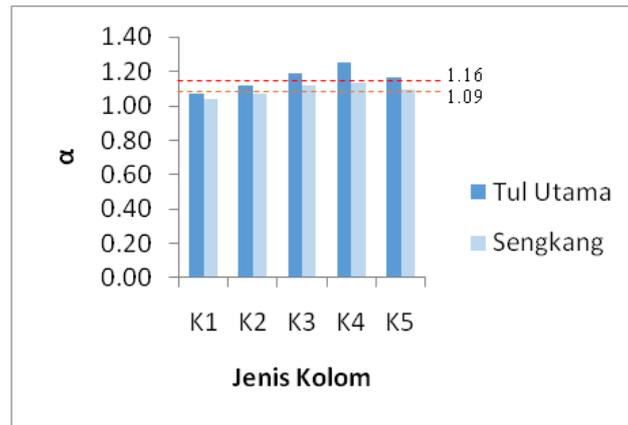
Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk kolom jenis lainnya (K1-1, K2-1, K3-1, K3-2, K3-3, K4-1, K4-2, K5-1, K5-2) untuk tingkat lainnya (Tingkat 1, Tingkat 2, Tingkat 3, Tingkat 4) dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Kuantitas Pembesian Kolom

Tingkat	Kolom	W _{BBS}		W _{pend.}		α	
		Tul Utama	Sengkang	Tul Utama	Sengkang	Tul Utama	Sengkang
1	K4-2	106.25	18.88	81.06	15.92	1.31	1.19
1	K4-1	88.54	18.88	67.55	15.92	1.31	1.19
1	K4-1	87.76	18.88	67.55	15.92	1.30	1.19
1	K3-2	70.84	12.93	54.04	10.90	1.31	1.19
1	K3-2	70.20	12.48	54.04	10.90	1.30	1.14
1	K5-2	106.25	25.86	81.06	21.81	1.31	1.19
1	K2-1	45.43	11.79	35.68	9.94	1.27	1.19
1	K2-1	44.60	11.38	35.68	9.94	1.25	1.14
1	K3-1	44.60	12.93	35.68	10.90	1.25	1.19
1	K3-1	45.43	12.93	35.68	10.90	1.27	1.19
2	K4-2	73.30	13.02	61.18	12.02	1.20	1.08
2	K4-1	61.08	13.02	50.98	12.02	1.20	1.08
2	K5-2	73.30	17.84	61.18	16.46	1.20	1.08
2	K2-1	31.26	8.13	26.92	7.50	1.16	1.08
2	K3-1	30.26	8.92	26.92	8.23	1.12	1.08
2	K3-1	31.26	8.92	26.92	8.23	1.16	1.08
3	K3-3	73.30	8.92	61.18	8.23	1.20	1.08
3	K3-2	48.87	8.92	40.78	8.23	1.20	1.08
3	K2-1	31.26	8.13	26.92	7.50	1.16	1.08
3	K5-1	45.39	17.84	40.39	16.46	1.12	1.08
3	K1-1	31.26	6.55	26.92	6.04	1.16	1.08
3	K3-1	31.26	8.92	26.92	8.23	1.16	1.08
3	K2-1	27.67	7.72	26.92	7.50	1.03	1.03
3	K1-1	27.92	6.22	26.92	6.04	1.04	1.03
4	K3-2	42.55	8.47	40.78	8.23	1.04	1.03
4	K3-3	63.83	8.47	61.18	8.23	1.04	1.03
4	K3-1	26.67	8.47	26.92	8.23	0.99	1.03
4	K3-1	27.67	8.47	26.92	8.23	1.03	1.03
4	K2-1	27.92	7.72	26.92	7.50	1.04	1.03
4	K5-1	41.51	16.94	40.39	16.46	1.03	1.03
4	K1-1	27.92	6.22	26.92	6.04	1.04	1.03

4.3. Rangkuman

Setelah mendapatkan semua nilai α pada semua jenis kolom, maka ditarik suatu nilai rata-ratanya yang akan memunculkan satu nilai saja untuk semua jenis kolom dan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Nilai α Kolom

Didapatkan hasil untuk tulangan utama dengan α sebesar 1,16 dan untuk tulangan sengkang dengan α sebesar 1,09.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Perhitungan kuantitas pembesian kolom pada beton struktur bertulang dapat menggunakan *bar bending schedule* ataupun metode pendekatan per satuan panjang yang telah diteliti ini. Cara perhitungan metode pendekatan dilakukan dengan mengambil penulangan per meter panjang, lalu dikali dengan panjang kolom itu sendiri.

Akan tetapi meskipun metode pendekatan lebih sederhana dan tidak membutuhkan waktu lama dalam pengerjaannya, angka hasil perhitungan tersebut perlu dikali dengan koefisien α agar hasilnya sama ataupun mendekati perhitungan dengan *bar bending schedule*. Pada penelitian ini telah didapatkan nilai α dari berbagai jenis kolom dan menghasilkan satu nilai untuk seluruh jenis kolom pada proyek konstruksi yang diteliti ini, tepatnya 9 jenis kolom dengan jumlah total 453 kolom.

Hasil α ini dibagi menjadi dua macam yaitu untuk tulangan utama sebesar 1,16 dan untuk sengkang sebesar 1,09. Setelah mendapatkan nilai α , W_{BQ} dapat dicari dengan rumus:

$$W_{BQ} = W_{pend.} \times \alpha$$

W_{BQ} ini yang akan dipakai sebagai kuantitas pembesian yang ada pada *Bill of Quantity*. Penerapan untuk penelitian ini dapat dilakukan untuk proyek konstruksi lainnya yaitu dengan memakai nilai α yang dikalikan dengan perhitungan kuantitas pembesian memakai metode pendekatan yang akan menghasilkan suatu nilai kuantitas pembesian untuk *Bill of Quantity*.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan data lebih diperbanyak lagi agar hasil nilai rata-rata dari α membuat $W_{pend.}$ sangat mendekati atau bahkan sama dengan W_{BBS} . Selain itu juga diharapkan dilakukan perhitungan pendekatan nilai α per tingkat, bukan per jenis kolom.

6. DAFTAR REFERENSI

- American Concrete Institute Committee 116. (2000). *Cement and Concrete Technology*. USA: Author.
- Bagian-bagian Konstruksi Bangunan, dari Pondasi sampai Atap*. (n.d.) Retrieved February 25, 2017, from <http://arafuru.com/sipil/bagian-bagian-konstruksi-bangunan-dari-pondasi-sampai-atap.html/>
- Hardie, Glenn M. (1987). *Contruction Estimating Techniques*. Prentice-Hall, Inc., USA.
- Indonesia. Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Prasko (2012, August). Pengertian dan Jenis Proyek Konstruksi. *Prasko Tujuh Belas*. Retrieved February 25, 2017, from <http://prasko17.blogspot.co.id>
- Sastraatmadja, A. Soedradjat. (1994). *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Nova, Jakarta.
- Setiyadi. (2005). *Estimasi Biaya*. Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.