

CARA PENDEKATAN PERHITUNGAN KUANTITAS PEMBESIAN PADA BALOK STRUKTUR BETON BERTULANG

Michael Danielle¹, Sugiarto Candra², Budiman Proboyo³, Indriani Santoso⁴

ABSTRAK : Pada proyek konstruksi, biaya merupakan salah satu faktor bagi para kontraktor untuk bersaing memenangkan sebuah proyek dalam tender. Dalam menghitung biaya proyek diperlukan ilmu estimasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat hasil kuantitas pembesian balok dengan cara pendekatan dalam proses estimasi. Penelitian ini difokuskan pada perhitungan kuantitas pembesian balok dengan cara pendekatan dengan acuan metode definitif berupa *bar bending schedule*. Metode pendekatan dilakukan dengan meninjau bentang per satu satuan panjang balok dalam mencari kuantitas pembesian balok. Data yang akan digunakan adalah denah struktur, RAB asli, dan gambar detail pekerjaan balok. Agar hasil kuantitas pembesian metode pendekatan lebih akurat, perlu dicari nilai koefisien pengali atau α untuk hasil kuantitas pembesian cara pendekatan. Dari hasil penelitian, didapatkan nilai koefisien α untuk sloof sebesar 1.006 untuk tulangan utama dan α sebesar 0.819 untuk sengkang. Sedangkan nilai koefisien α pada balok sebesar 1.254 untuk tulangan utama, 1.099 untuk sengkang, dan 1.105 untuk tulangan samping. Dengan menggunakan metode pendekatan ini diharapkan dapat mempercepat proses perhitungan kuantitas besi beton yang akan dikalikan dengan koefisien α sehingga nilai kuantitas besi beton dengan metode pendekatan ini dapat digunakan dalam *bill of quantity*.

KATA KUNCI : estimasi, cara pendekatan, kuantitas, besi beton, *bar bending schedule*, BBS, balok, sloof, *tiebeam*, struktur beton bertulang.

1. PENDAHULUAN

Dalam proyek konstruksi, terdapat tiga aspek yang menjadi tolok ukur keberhasilan dalam sebuah proyek yaitu biaya, kualitas, dan waktu (Barrie&Paulson, 1992). Biaya menjadi salah satu faktor yang menentukan bagi para kontraktor untuk bersaing memenangkan sebuah proyek dalam tender. Dalam menentukan biaya proyek digunakan ilmu estimasi. Estimasi adalah suatu prediksi terhadap biaya di masa yang akan datang dari berbagai aktivitas konstruksi, yang didasarkan pada data nyata (Hardie, 1987). Proses estimasi ditentukan oleh dua elemen utama, yaitu *measurement* dan *pricing* (Hardie, 1987). Perhitungan kuantitas untuk bangunan dengan struktur beton bertulang terdiri dari cor beton, bekisting, dan besi beton (Sastratmadja, 1994). Dalam melakukan *measurement* atau pengukuran kuantitas besi beton pada pekerjaan struktur bangunan dapat dilakukan dengan metode definitif, yaitu dengan membuat perkiraan secara rinci dalam mengumpulkan informasi untuk menentukan suatu kuantitas sehingga data yang didapatkan cukup akurat (Chen&Richard, 2002). Metode definitif ini dibuat dalam bentuk *bar bending schedule* atau sering dikenal dengan singkatan BBS. akan tetapi, dalam melakukan perhitungan kuantitas besi beton membutuhkan waktu yang cukup lama karena umumnya dibuat berdasarkan standar penulangan. Maka dari itu, dibutuhkan suatu metode lain dalam estimasi perhitungan kuantitas besi beton agar tidak memakan waktu banyak. Metode ini adalah metode pendekatan, dengan meninjau bentang per satu satuan panjang dalam menentukan kuantitas besi beton.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413028@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413044@john.petra.ac.id

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

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

2. LANDASAN TEORI

Proyek merupakan sebuah kegiatan yang bersifat sementara dan dilaksanakan untuk memenuhi suatu tujuan. Selain itu bersifat unik karena pada dasarnya tidak akan ditemui suatu kondisi proyek yang sama dan berulang. Dalam buku *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, proyek memiliki tiga karakteristik yaitu dikerjakan oleh orang, memiliki sumber daya yang terbatas dan direncanakan dilaksanakan selanjutnya dikendalikan. Dalam penelitian ini akan lebih tertuju pada jenis proyek konstruksi. Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan mengenai pembangunan suatu bangunan atau infrastruktur, yang memperhatikan tiga hal utama yaitu biaya, kualitas, dan waktu (Barrie&Paulson, 1992). Selain itu proyek konstruksi juga mencakup disiplin ilmu di bidang teknik sipil dan arsitektur sebagai ilmu utama, serta melibatkan disiplin ilmu lain seperti geoteknik, elektro, dan lingkungan. Di dalam sebuah proyek konstruksi ada elemen struktur yang dinamakan balok.

Balok merupakan elemen struktur yang menanggung beban luar yang menimbulkan momen lendutan, gaya geser, dan momen torsi disepanjang bentangnya, dapat diperkuat dengan cara *single reinforcement* dan *double reinforcement*. Selain dapat menahan beban luar, balok juga harus mampu memindahkan beban-beban luar untuk ditumpu selanjutnya pada kolom tanpa terjadi keretakan struktural (Bangash, 2009). Dalam memperkuat elemen struktur balok dibutuhkan besi beton yang dapat menahan gaya tarik yang dapat terjadi.

Besi beton merupakan salah satu elemen pekerjaan yang penting dalam konstruksi pada tingkat kekuatan dan keamanan struktur bangunan. Besi beton terbagi menjadi dua yaitu besi beton polos dan besi beton ulir. Dalam perencanaan besi beton menggunakan peraturan SNI 03-2847-2013 sebagai panduan dalam perencanaan kait, penyaluran, dan lewatan penulangan besi beton pada elemen struktur balok. Dalam melakukan perhitungan kuantitas besi beton pada balok digunakan ilmu estimasi.

Menurut Glenn M.Hardie (1987), estimasi adalah suatu prediksi terhadap biaya di masa yang akan datang dari berbagai aktivitas konstruksi, yang didasarkan pada data nyata. Proses estimasi dibagi menjadi dua bagian yaitu pengukuran (*measurement*) dan penentuan harga (*pricing*). Dalam proses estimasi pengukuran kuantitas besi beton dilakukan dengan dua metode yaitu estimasi secara mendetail atau terperinci menggunakan *bar bending schedule*, sedangkan metode yang kedua yaitu metode pendekatan dengan meninjau bentang per satu satuan panjang dalam mengukur kuantitas besi beton.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian terapan dengan mencari kuantitas besi beton balok pada struktur beton bertulang. Perhitungan kuantitas besi beton dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan *bar bending schedule* dan metode pendekatan yang didasarkan dengan gambar detail penulangan untuk tiap jenis pekerjaan balok. Dalam melakukan perhitungan *bar bending schedule* menggunakan standar dari SNI dan keterangan pada gambar yang ada pada denah struktur bangunan. Metode pendekatan dilakukan dengan cara menghitung per satu satuan panjang balok dengan merata-rata jumlah besi beton pada area lapangan dan tumpuan serta jarak sengkang pada area lapangan dan tumpuan. Kemudian hasil kuantitas besi beton dengan dua metode didapatkan koefisien α .

4. ANALISA DATA

4.1. Gambaran Umum Data

Data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek bangunan struktur beton bertulang dengan jenis bangunan ruko atau SOHO diperoleh dari salah satu kontraktor besar yang berasal dari Surabaya. Data RAB proyek ruko atau SOHO yang digunakan berjumlah 75 ruko dengan pembagian tiga zona. Zona 1 memiliki 3 gedung(blok) yaitu A, B, dan C dimana ada perbedaan lantai (gedung A dan B masing-masing berlantai empat dan gedung C berlantai tiga). Dari data gambar struktur bangunan gedung ABC, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian balok untuk masing-masing lantai. Perhitungan kuantitas pembesian untuk struktur balok akan dimulai dari pekerjaan struktur bawah hingga ke pekerjaan struktur atas atap bangunan. Perhitungan akan dilakukan dengan menggunakan *bar bending schedule* (BBS) dan metode pendekatan, dengan bantuan gambar denah struktur bangunan.

4.2. Kuantitas Pembesian Sloof Gedung ABC

Dari data informasi denah struktur sloof, diketahui ada dua macam sloof yaitu sloof 1 dan sloof 2. Masing-masing sloof dibedakan menjadi beberapa tipe, di mana sloof 1 ada dua tipe yaitu S1-1 dan S1-2 sedangkan sloof 2 ada lima tipe yaitu S2-1, S2-2, S2-3, S2-4, dan S2-5. Kemudian dengan menggunakan gambar denah struktur sloof dari perencana dilakukan perhitungan kuantitas pembesian untuk tiap tipe sloof pada setiap bentang. Perhitungan kuantitas pembesian sloof pada gedung ABC ini, dilakukan dengan menggunakan standar dan skema penulangan dari perencana. Perhitungan kuantitas pembesian sloof dengan cara BBS dan metode pendekatan akan dimulai dari perhitungan kuantitas pembesian sloof 1 dan selanjutnya perhitungan kuantitas pembesian sloof 2. Kemudian dengan membandingkan hasil kuantitas pembesian dari BBS dan metode pendekatan, diketahui adanya perbedaan kuantitas yang cukup besar, sehingga perlu dicari sebuah koefisien pengali terhadap nilai kuantitas pendekatan agar hasil kuantitas pembesian yang didapatkan mendekati nilai kuantitas BBS. Koefisien pengali ini disimbolkan sebagai α . Dengan demikian dapat ditarik sebuah rumus baru agar nilai kuantitas pendekatan mendekati nilai kuantitas BBS yaitu $W_{BBS} \approx W_{pendekatan} \times \alpha$. Nilai perkalian inilah yang nantinya akan digunakan dalam sebuah pembuatan *bill of quantity* untuk tender proyek konstruksi. Berikut **Tabel 1** yang menginformasikan nilai α untuk tiap tipe sloof dari perhitungan yang dilakukan.

Tabel 1. Nilai α Tiap Tipe Sloof

| Tipe Sloof | α | |
|------------|------------|----------|
| | Tul. Utama | Sengkang |
| S1-1 | 1.044 | 0.850 |
| S1-2 | 1.087 | 0.873 |
| S2-1 | 0.960 | 0.783 |
| S2-2 | 0.942 | 0.826 |
| S2-3 | 0.961 | 0.814 |
| S2-4 | 0.995 | 0.786 |
| S2-5 | 1.053 | 0.800 |

4.3. Kuantitas Pembesian Balok Gedung ABC

Dari data informasi denah struktur lantai, diketahui ada empat macam balok yaitu balok 1, 2, 3, dan 4. Denah struktur lantai 2 hingga lantai 4 memiliki denah struktur yang sama sehingga perhitungan kuantitas pembesian yang dilakukan akan meninjau salah satu lantai saja, sedangkan perhitungan kuantitas pembesian lantai atap akan dipisah. Kemudian dengan menggunakan gambar denah struktur lantai 2 dan lantai atap dari perencana, dilakukan perhitungan kuantitas pembesian dengan BBS dan metode pendekatan. Perhitungan kuantitas pembesian untuk balok berbeda dengan sloof, di mana perhitungan sloof dihitung untuk tiap tipe sedangkan balok dihitung untuk tiap portal. Hal ini dikarenakan penulangan balok yang menerus dengan menggunakan sambungan lewatan dan kait tulangan yang diletakkan pada bagian tepi kolom. Perhitungan akan dilakukan dengan meninjau tipe balok yang ada pada tiap portal tersebut. Kemudian dari hasil perhitungan kuantitas dengan menggunakan BBS dan metode pendekatan yang dilakukan, dicari nilai α atau koefisien pengali untuk kuantitas pembesian balok dengan metode pendekatan. Berikut **Tabel 2** yang menginformasikan nilai α balok gedung ABC dari perhitungan yang dilakukan.

Tabel 2. Nilai α Balok Gedung ABC

| Lantai | α | | | | |
|--------|------------|-------|--------------|----------|-----------|
| | Tul. Utama | | Tul. Samping | Sengkang | |
| | D13 | D16 | $\phi 10$ | $\phi 8$ | $\phi 10$ |
| 2 | 1.174 | 1.347 | 1.080 | 1.113 | 1.087 |
| 3 | 1.174 | 1.347 | 1.080 | 1.113 | 1.087 |
| 4 | 1.174 | 1.347 | 1.080 | 1.113 | 1.087 |
| Atap | 1.133 | 1.334 | 1.178 | 1.068 | 1.125 |

4.4. Evaluasi Nilai α Gedung ABC

Setelah mendapatkan nilai α dari masing-masing pekerjaan struktur yaitu struktur bawah dan atas sesuai dengan pasal 4.2 dan 4.3, kemudian dicari nilai α rata-rata untuk tiap pekerjaan struktur. Nilai inilah yang kemudian dipakai untuk koefisien pengali metode pendekatan pada elemen struktur sloof dan balok gedung ABC. Berikut **Tabel 3** yang menyatakan koefisien α untuk gedung ABC.

Tabel 3. Nilai α untuk Tiap Jenis Struktur Gedung ABC

| Jenis | α | | |
|-------|------------|--------------|---------------|
| | Tul. Utama | Tul. Samping | Tul. Sengkang |
| Sloof | 1.006 | - | 0.819 |
| Balok | 1.254 | 1.105 | 1.099 |

5. KESIMPULAN

Perhitungan kuantitas pembesian balok pada struktur beton bertulang dapat menggunakan *bar bending schedule* ataupun metode pendekatan per satuan panjang yang telah diteliti ini. Akan tetapi meskipun metode pendekatan lebih sederhana dan tidak membutuhkan waktu lama dalam pengerjaannya, hasil perhitungan tersebut perlu dikali dengan koefisien α . Koefisien α adalah koefisien pengali untuk nilai kuantitas pembesian metode pendekatan agar hasil kuantitasnya mendekati hasil kuantitas pembesian dengan cara *bar bending schedule*, sehingga hasil ini dapat digunakan untuk pembuatan *bill of quantity* dalam proses tender ke depannya. Koefisien α yang didapatkan dari penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu α untuk kuantitas pembesian sloof dan α untuk kuantitas pembesian balok. Nilai α ini dibagi menjadi dua dikarenakan adanya perbedaan skema penulangan yang membuat nilai α dari sloof yang didapatkan berbeda dengan balok. Nilai α sloof untuk tulangan utama bernilai 1.006 dan sengkang bernilai 0.819, sedangkan nilai α balok untuk tulangan utama bernilai 1.254, tulangan samping bernilai 1.105, dan sengkang bernilai 1.099.

6. DAFTAR REFERENSI

- Bangash, M. Y. H. (2009). *Structural Detailing in Timber: A Comparative Study of International Codes and Practices*, 225.
- 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, 2nd edition*. CRC Press, New York.
- Hardie, Glenn M. (1987). *Construction Estimating Techniques*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Sastraatmadja, A. Soedradjat. (1994). *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Nova. Jakarta.