

PENGARUH MUTU MATERIAL BETON TERHADAP EFISIENSI BIAYA PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT

Arie Marselino Liang¹⁾, Koespiadi²⁾

¹⁾*Prodi Teknik Sipil, Universitas Narotama, liangarie3@gmail.com*

²⁾*Prodi Teknik Sipil, Universitas Narotama, koespiadi@narotama.ac.id*

ABSTRAK

Beton bertulang adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu masa mirip batuan. Sifat dari beton yaitu kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik, oleh karena itu dibutuhkan tulangan baja untuk melengkapi kelemahan dari beton tersebut yang lemah terhadap tarik, yang mana sifat dari tulangan baja itu sendiri adalah kuat terhadap tarik. Beton bertulang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap api dan air, bahkan merupakan bahan struktur yang baik untuk struktur bangunan yang banyak bersentuhan dengan air. Pada peristiwa dengan intensitas rata-rata, batang-batang struktur dengan ketebalan penutup beton yang memadai sebagai pelindung tulangan. Material beton bertulang ini bisa dibuat dari bahan-bahan lokal yang murah, seperti pasir, kerikil, dan air, dan relatif hanya membutuhkan sedikit semen dan tulangan baja. Tujuan dalam penelitian ini adalah merencanakan dan menganalisa dimensi kolom, balok dan pelat terhadap gedung bertingkat tujuh lantai. Serta, menganalisa dan membandingkan bermacam-macam mutu beton terhadap biaya yang ditimbulkan, Mutu beton tersebut yang diteliti antara lain K-300, K-350, K400, K-500. Dari keempat mutu beton yang diteliti manakah yang paling murah. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan mutu beton dengan harga yang paling murah adalah mutu beton K-300.

Kata Kunci : perencanaan gedung, mutu material beton

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan dibidang struktur dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, yang berlangsung diberbagai bidang, misalnya gedung-gedung, jembatan, tower, dan sebagainya. Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan.

Beton diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara lain harganya yang relatif murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan.

Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian untuk mengetahui penggunaan mutu material beton yang digunakan pada struktur gedung bertingkat 7 lantai, terhadap biaya yang ditimbulkannya. Dengan harapan bahwa penelitian ini dapat memberikan gambaran tentang efisiensi mutu bahan material terhadap anggaran biaya untuk gedung bertingkat.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimana kekuatan struktur bangunan gedung dengan mutu beton yang berbeda-beda ?
2. Berapakah biaya yang di timbulkan oleh masing-masing mutu beton, terhadap bangunan tersebut ?
3. Mutu beton manakah yang memberikan nilai atau harga bangunan gedung yang paling murah ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengevaluasi kekuatan struktur beton pada bangunan gedung
2. Menentukan besarnya biaya atau anggaran yang diperlukan untuk masing-masing mutu beton.
3. Menentukan mutu beton yang memberikan nilai atau harga bangunan yang paling murah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Bertulang

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat-agregat lain yang di campur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu masa mirip batuan.

Berdasarkan (SNI 2847-2013), modulus elastisitas beton dapat di tentukan berdasarkan : $E_c = W_c^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f_c}$

Dimana $W_c = 1440-2560 \text{ kg/m}^3$ untuk beton normal, modulus elastisitas dapat di ambil yaitu $E_c = 4700 \sqrt{f_c}$

Karena sifat dari beton lemah terhadap tarik, maka diberikan baja tulangan untuk menahan tarik. Berdasarkan (SNI 2847-2013), modulus elastisitas E_s tulangan non prategang diizinkan untuk diambil sebesar 200,000 Mpa. Kombinasi antara beton dan baja tulangan yang disebut beton bertulang, dimana beton kuat menahan tekan dan baja tulangan untuk menahan tarik.

2.2 Mutu Beton

➤ Mutu Beton f_c'

Beton dengan mutu $f_c' 25$ menyatakan kekuatan tekan minimum adalah 25 MPa pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan silinder beton diameter 15 cm tinggi 30 cm. yang mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (American concrete institute)

MPa = Mega pascal
 1 MPa = 1 N/mm² = 10 Kg/ cm²

➤ **Mutu Beton Karakteristik**

Beton mutu dengan K-250 menyatakan kekuatan tekan karakteristik minimum adalah 250 Kg/cm² pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan kubus beton berukuran 15x15x15 cm. yang mengacu pada PBI 71 yang merujuk pada standar eropa lama.

2.3 Preliminary Design

➤ **Perhitungan Dimensi Balok**

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 9.5.2.2 maka untuk perhitungan struktur balok menggunakan rumus :

$$h = \frac{1}{8} Ls/d \frac{1}{21} L$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 Mu}{\phi f c' \omega (1 - 0.59 \omega)}}$$

$$\omega = 0.425 \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$h \approx d + 65 \text{ mm}$$

➤ **Perhitungan Dimensi Kolom**

Perhitungan kolom dilakukan sesuai perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja di sekitar lokasi kolom yang di tinjau.

Berat total :

$$W = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

Selanjutnya dihitung dimensi kolom menggunakan rumus,

$$Ag \geq \frac{P_n}{0.45(f c' + f_y \rho_t)} \Rightarrow \text{Untuk Kolom Persegi}$$

$$b \approx h = \sqrt{(Ag)}$$

$$Ag \geq \frac{P_n}{0.55(f c' + f_y \rho_t)} \Rightarrow \text{Untuk Kolom Bulat}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 Ag}{\pi}}$$

➤ **Perhitungan Dimensi Plat**

Tebal pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan berikut:

- (a) Untuk α_m yang sama atau lebih kecil dari 0,2, harus menggunakan persyaratan sesuai SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.2
- (b) Untuk α_m lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, h tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5. \beta (\alpha_m - 0.2)} \dots\dots\dots 1.$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm.

- (c) Untuk α_m lebih besar dari 0.2 tetapi tidak lebih dari 2, ketebalan plat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \dots \dots \dots 2.$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

2.4 Rencana Anggaran Biaya

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di lain daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

2.4.1 Jenis-jenis Anggaran Biaya

Dalam menyusun anggaran biaya dapat di lakukan dengan 2 cara yaitu sebagai berikut:

1. Anggaran Biaya Kasar (taksiran)
2. Anggaran Biaya Teliti

2.4.2 Hal Pokok Dalam Menghitung Biaya

Perhitungan anggaran biaya biasanya terdiri dari 4 hal pokok, Yaitu:

1. Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya. bahan-bahan Menghitung jam kerja buruh (jumlah dan harga) yang di perlukan biasanya taksiran ini disusun dari perkiraan jumlah tukang kayu, tukang batu dan kuli yang di pakai memeriksa bahwa biaya jam ini tidak melewati perkiraannya (A.D Austen dan R.H neale, 1984)
2. Menghitung jenis dan banyaknya peralatan
Ini merupakan bahan yang dibutuhkan selama pembangunan, seperti pengaduk beton, cangkul, sekrop, ember dan lain-lain. Yang termasuk dalam alat-alat yang diperlukan dalam pekerjaan konstruksi adalah :
 - a. mesin-mesin
 - b. alat-alat tangan
 satuan biaya peralatan didasarkan atas waktu penyelesaian pekerjaan atau hasil yang dikerjakan. (manajemen Proyek Konstruksi, Wulfran I ervianto, 2002)
3. Menghitung biaya-biaya yang tak terduga perlu diadakan
Berapa besarnya tambahan biaya yang di perlukan untuk menghadapi keadaan tak terduga seperti itu tergantung dalam berbagai faktor. Satu-satunya petunjuk yang dapat digunakan untuk menentukan berapa tambahan biaya untuk menghadapi keadaan tak terduga pada suatu pekerjaan yang dikerjakan ialah prestasi pada pekerjaan-pekerjaan sebelumnya. (Denis lock, 1990)

2.4.3 Tahap-tahap Penyusunan RAB

Dalam penyusunan rencana anggaran biaya terdiri dari beberapatahapan, yaitu:

1. *Bill of quantity* (BQ)
Bill of quantity adalah perhitungan jumlah kuantitas pekerjaan dalm satuan pekerjaan. Cara menghitung kuantitas pekerjaan tergantung dari pekerjaan itu sendiri, karena setiap item pekerjaan perhitungannya tidak sama.
2. Analisa biaya konstruksi

analisa perkembangan BOW ditinjau dari perkembangan industri konstruksi saat ini

3. Harga satuan pekerjaan (HSP)

Harga *satuan* pekerjaan adalah jumlah biaya yang meliputi harga bahan, upah tenaga kerja dan sewa alat yang harus dikeluarkan untuk melakukan suatu pekerjaan dalam satu satuan tertentu yang dihasilkan dari analisis. Harga satu satuan bahan dan upah kerja di setiap daerah yang berbeda-beda.

4. Rencana anggaran biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan besarnya suatu biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan, upah tenaga kerja. secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$RAB = \sum(\text{volume} \times \text{HSP})$$

5. Rekapitulasi

Rekapitulasi adalah menjumlahkan rencana anggaran biaya per-item pekerjaan, sehingga di dapat jumlah total biaya pembangunan.

3. METODE PENELITIAN

1. *Preliminary design*

Panduan dalam perhitungan adalah SNI 2847:2013 untuk konstruksi beton

Preliminary design meliputi :

1. Permodelan struktur

2. Penentuan dimensi

Struktur primer : Kolom dan balok

Struktur sekunder : Plat

2. Analisa pembebanan

Struktur primer : Kolom dan balok

Struktur sekunder : Plat

3. Analisa struktur menggunakan SAP

Perhitungan beban-beban yang bekerja disesuaikan dengan peraturan pembebanan (PPIUG 1983).

Pembebanan yang digunakan adalah beban gravitasi dan beban gempa.

a) Beban gravitasi

- Beban hidup

- Beban mati

b) Beban gempa (SNI 03-1726-2012)

4. Analisa kebutuhan tulangan

Struktur primer : Kolom dan balok

Struktur sekunder : Plat

5. Menghitung analisa harga satuan

6. Menghitung analisa biaya untuk masing-masing mutu beton

7. Jika perhitungan tidak memenuhi syarat, maka kembali lagi pada perhitungan preliminary design.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perancangan Gedung

Perancangan ini mencakup analisa perhitungan awal desain, baik untuk dimensi dan penulangan balok, kolom maupun pelat. Yang Menggunakan mutu beton K-300, K-350, K-400, K-500. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan hasil sebagai berikut:

➤ *PRELIMINARY DIMENSIBALOK,KOLOM,PELAT*

1. DIMENSI BALOK

Mutu beton K-300 Mutu beton K-400

Lantai arah X : 25/50 Lantai arah X : 25/50

Lantai arah Y : 25/45 Lantai arah Y : 25/45

Atap arah X : 20/40 Atap arah X : 25/45

Atap arah Y : 20/40 Atap arah Y : 20/35

Mutu beton K-350 Mutu beton K-500

Lantai arah X : 25/50 Lantai arah X : 25/50

Lantai arah Y : 25/45 Lantai arah Y : 20/40

Atap arah X : 25/45 Atap arah X : 20/40

Atap arah Y : 20/40 Atap arah Y : 20/35

2. DIMENSI *KOLOM*

3. DIMENSI *PELAT*

Mutu beton K-300 Mutu beton K300-K500

Kolom KI : 50/50

Tebal Pelat Atap : 15 cm

Kolom KE : 45/45

Tebal Pelat Lantai : 15 cm

Mutu beton K-350

Kolom KI : 50/50

Kolom KE : 45/45

Mutu beton K-400

Kolom KI : 45/45

Kolom KE : 50/50

Mutu beton K-500

Kolom KI : 40/40

Kolom KE : 55/55

➤ *PRELIMINARY PENULANGAN PELAT,BALOK,KOLOM*

1. *PELAT*

Mutu Beton K300-K500

Pelat Atap :

Tulangan susut Ø8-150

Tulangan tumpuan D13-200

Tulangan lapangan D13-200

2. *BALOK*

Mutu Beton K300 (B1(25/50) dan B2(25/45))

Tulangan tumpuan 4D25 2D25

Tulangan lapangan 2D25 5D25

Tulangan geser tumpuan Ø12-100
Tulangan geser lapangan Ø12-130
Mutu Beton K350 (B1(25/50) dan B2(25/45))
Tulangan tumpuan 4D25 2D25
Tulangan lapangan 2D25 5D25
Tulangan geser tumpuan Ø12-100
Tulangan geser lapangan Ø12-130
Mutu Beton K400 (B1(25/50) dan B2(25/45))
Tulangan tumpuan 4D22 2D22
Tulangan lapangan 2D22 6D22
Tulangan geser tumpuan Ø12-100
Tulangan geser lapangan Ø12-130
Mutu Beton K500 (B1(25/50) dan B2(20/40))
Tulangan tumpuan 10D16 7D16
Tulangan lapangan 6D16 3D16
Tulangan geser tumpuan Ø10-100
Tulangan geser lapangan Ø10-100

3. KOLOM

Mutu Beton K300 (KI :50/50 KE :45/45)
Tulangan transversal :12D25
Tulangan Geser : 4D16-100
Mutu Beton K350 (KI :45/45 KE 50/50)
Tulangan transversal :12D25
Tulangan Geser : 4D16-100
Mutu Beton K400 (KI :45/45 KE 50/50)
Tulangan transversal :12D25
Tulangan Geser : 4D16-100
Mutu Beton K400 (KI :40/40KE 55/55)
Tulangan transversal :12D25
Tulangan Geser : 4D16-100

4.1 Perhitungan rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dari hasil perhitungan biaya pembangunan gedung bertingkat 7 lantai dengan menggunakan mutu beton K-300 sampai mutu beton K-500 maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Mutu Beton K 300
Rp. 6,691,542,000.00 (Enam milyar enam ratus sembilan puluh satu juta lima ratus empat puluh dua ribu rupiah)
2. Mutu Beton K 350
Rp. 6,721,374,000.00(enam milyar tujuh ratus dua puluh satu juta tiga ratus tujuh puluh empat ribu rupiah)
3. Mutu Beton K 400
Rp 6,743,560,000.00 (enam milyar tujuh ratus empat puluh tiga juta lima ratus enam puluh ribu rupiah).

4. Mutu Beton K 500
Rp 6,765,012,000.00 (enam milyar tujuh ratus enam puluh lima juta dua belas ribu rupiah).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. Kekuatan struktur beton untuk Mutu beton K-300, K-350, K-400 dan K-500 sudah cukup Aman.
2. Biaya yang ditimbulkan dari masing-masing Mutu beton adalah :
K-300 : Rp 6,691,542,000.00(enam milyar enam ratus sembilan puluh satu juta lima ratus empat puluh dua ribu rupiah).
Mutu K-350 : Rp 6,721,374,000.00(enam milyar tujuh ratus dua puluh satu juta tiga ratus tujuh puluh empat ribu rupiah).
Mutu K-400 :Rp 6,743,560,000.00 (enam milyar tujuh ratus empat puluh tiga juta lima ratus enam puluh ribu rupiah).
Mutu K-500 : Rp 6,765,012,000.00 (enam milyar tujuh ratus enam puluh lima juta dua belas ribu rupiah).
3. Mutu beton yang memberikan nilai atau harga bangunan gedung yang murah adalah mutu beton K-300.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Austen, A.D., dan Neale R.H. (1994). Manajemen Proyek Konstruksi Pedoman, Proses dan Prosedur, PPM dan PT Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
2. Ervianto, Wulfram I., (2002). Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama, Salemba Empat, Yogyakarta.
3. Ferguseon, P.M., (1986), Dasar-Dasar Beton Bertulang, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
4. Lock, Dennis (1990). Manajemen Proyek, Berikut Kepres 29/30 Tahun 1984 Edisi ke 3, Jakarta: Penerbit Erlangga.
5. Koespiadi. (2015). "Kuat Tekan Beton Yang Optimum dengan Penambahan Bio Enzim". repository.narotama.ac.id.
6. MacGregor, J.G., Wight, J.K., (2009). Reinforced Concrete Mechanics And Design, 5th Edition, Prentice-Hall, Inc.
7. SNI 03-2847-2002 Tentang Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
8. Suhendro, Bambang dan Trihadmojo, Bambang. (2011). Belajar SAP 2000 Jilid 2. Yogyakarta.
9. Tri, Mulyono. (2004). Buku Teknologi Beton. Yogyakarta (ID): Andy Offset.
10. Wang, C.K, dan Salmon, C.G. (1990). Desain Beton Bertulang Edisi ke 4 Jilid 1, Jakarta: Erlangga.