

STUDI PENELITIAN FAKTOR BENTUK DAN FAKTOR KOREKSI PADA BETON NORMAL BERDASARKAN KUAT TEKAN

Roy Rizal Darmawan¹, Mohammad Erfan², dan Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email: royrizaldarmawan@gmail.com

ABSTRACT

Concrete is the primary material in a construction. Concrete structures are integral to almost every aspect of construction. In the testing and planning of concrete structures, it is necessary to consider the shape factor and correction factor of concrete because many service providers, especially contractors, still use cube and cylinder test specimens of various sizes for testing samples. Therefore, it is important to consider the shape factor and correction factor when designing concrete structures. This research aims to analyze the value of the shape factor of cylinders compared to cubes and the value of the correction factor in variations of cylinders and cubes. The concrete testing conducted refers to the planned quality of $f'c$ 20 MPa. All samples were tested when the concrete was 28 days old. The test specimens consist of 10cm x 10cm x 10cm cubes, 15cm x 15cm x 15cm cubes, 10cm x 10cm cylinders, 10cm x 15cm cylinders, 10cm x 20cm cylinders, and 15cm x 30cm cylinders. The results of the compressive strength of concrete cubes 10cmx10cmx10cm is 35.55 MPa, cubes 15cmx15cmx15cm is 28.12 MPa, cylinders 10cmx10cm is 17.22 MPa, cylinders 10cmx15cm is 18.52 MPa, cylinders 10cmx20cm is 20.07 MPa, cylinders 15cmx30cm is 24.06 MPa, and the average shape factor from 5 samples is 0.8555, and the correction factor for the 10cmx10cm cylinder is 0.7156, the 10cmx15cm cylinder is 0.7697, the 10cmx20cm cylinder is 0.8339, and the 10cmx10cmx10cm cube is 1.2641. From these results, it can be concluded that the shape factor value is 0.8555 and the correction factor values for the 10cm x 10cm cylinder are 0.7156, the 10cm x 15cm cylinder is 0.7697, and the 10cm x 20cm cylinder is 0.8339.

Keywords: Concrete, Correction Factor, Compressive Strength, Shape Factor

ABSTRAK

Beton merupakan bahan utama dalam dunia konstruksi. Hampir di setiap aspek pembangunan tidak dapat terlepas dari keberadaan struktur beton. Dalam pengujian dan perencanaan struktur beton perlu mempertimbangkan faktor bentuk dan faktor koreksi dari beton dikarenakan masih banyak penyedia jasa khususnya kontraktor yang menggunakan benda uji kubus dan silinder dengan berbagai ukuran untuk sampel uji, oleh karena itu penting untuk mempertimbangkan faktor bentuk dan faktor koreksi ketika merancang struktur beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa nilai faktor bentuk silinder terhadap kubus dan nilai faktor koreksi pada variasi silinder dan kubus. Pengujian beton ini mengacu pada mutu rencana $f'c$ 20 MPa. Seluruh sampel akan diuji pada saat beton berumur 28 hari. Benda uji terdiri dari kubus 10cmx10cmx10cm, kubus 15cmx15cmx15cm, silinder 10cmx10cm, silinder 10cmx15cm, silinder 10cmx20cm, dan silinder 15cm x 30cm. Hasil dari kuat tekan beton kubus 10cmx10cmx10cm sebesar 35,55 MPa, kubus 15cmx15cmx15cm sebesar 28,12 MPa, silinder 10cmx10cm sebesar 17,22 MPa, silinder 10cmx15cm sebesar 18,52 MPa, silinder 10cmx20cm sebesar 20,07 MPa, silinder 15cmx30cm sebesar 24,06 MPa, dan didapatkan nilai faktor bentuk dari rata-rata 5 sampel sebesar 0,8555, dan nilai faktor koreksi silinder 10cmx10cm sebesar 0,7156, silinder 10cmx15cm sebesar 0,7697, silinder 10cmx20cm sebesar 0,8339, dan kubus 10cmx10cmx10cm sebesar 1,2641. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai faktor bentuk sebesar 0,8555 dan nilai faktor koreksi silinder 10cmx10cm sebesar 0,7156, silinder 10cmx15cm sebesar 0,7697, silinder 10cmx20cm sebesar 0,8339.

Kata kunci: Beton, Faktor Bentuk, Faktor Koreksi, Kuat Tekan

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang paling utama dalam suatu konstruksi. Hampir pada setiap aspek pembangunan tidak dapat terlepas dari suatu struktur beton. Sebagai contoh pada suatu pekerjaan pembangunan gedung, jembatan serta pekerjaan

pembangunan lainnya, hampir dari semua pekerjaan tersebut terdapat struktur yang terbuat dari beton, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua pekerjaan struktur atau pekerjaan pembangunan lainnya tak lepas dari adanya suatu struktur beton. Untuk mengontrol kualitas beton juga ada banyak

pengujian, masing-masing pengujian dirancang untuk menentukan sifat beton yang berbeda. Diantara beberapa pengujian, ada salah satu pengujian yang ditujukan untuk mengevaluasi resistensi beton terhadap beban yaitu uji kuat tekan beton. Pada pekerjaan konstruksi beton, khususnya pengujian kuat tekan beton ada dua bentuk sampel yang umum digunakan yaitu kubus dan silinder.

Faktor bentuk dan faktor koreksi dari beton perlu dipertimbangkan dalam pengujian dan perencanaan struktur beton, dikarenakan kekuatan tekan beton dapat bervariasi tergantung pada bentuk sampel dan ukuran sampel yang digunakan dalam pengujian seperti kubus atau silinder, dan masih banyak juga para penyedia jasa konstruksi khususnya kontraktor masih menggunakan benda uji kubus dan silinder dengan berbagai ukuran sebagai sampel uji, oleh karena itu penting untuk mempertimbangkan faktor bentuk dan faktor koreksi ini ketika merancang struktur beton. Pengujian di laboratorium haruslah sesuai dengan standar yang mencerminkan kekuatan beton yang sebenarnya, misalnya pengujian kuat tekan. Hasil nilai kuat tekan berdasarkan pengujian dengan benda uji kubus maupun silinder dapat dihitung dan menghasilkan nilai yang berbeda.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dapat digunakan untuk perbandingan faktor bentuk dari benda uji silinder terhadap kubus dan perbandingan faktor koreksi dari variasi ukuran benda uji, serta dapat memastikan konsistensi dalam penilaian kekuatan tekan beton.

2. KAJIAN PUSTAKA

Beton

Berdasarkan SNI 2847:2019 definisi beton merupakan bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari (Nasional, 2019).

Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling sering digunakan dalam pekerjaan beton. Semen portland dapat dibedakan menjadi lima macam yang terdapat pada SNI 15-2049-2004 (Nasional, 2004)

Agregat Halus

Berdasarkan SNI 2847-2002), agregat halus merupakan pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir berbesar 5,0 mm. (Nasional, 2002).

Agregat Kasar

Agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah, ukuran dan jenis agregat kasar yang digunakan dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan konstruksi yang spesifik. (Nasional, 2000)

Air

Air merupakan satu kesatuan dalam proses pembuatan beton, air yang dapat digunakan adalah air yang bersih dan tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gr/ltr, tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr, tidak mengandung klorida (Cl) < 0,05 gr/ltr, dan senyawa < 1 gr/ltr, dan bahan lainnya yang dapat merugikan beton.

Kuat Tekan

Kemampuan beton untuk menahan persatuan luas disebut sebagai kuat tekan beton, semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.(Nasional, 2011)

Berdasarkan SNI 1974-2011 adapun rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

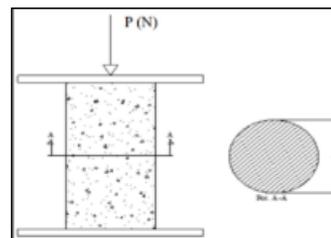
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$: Tegangan tekan beton (Mpa)

P : Beban yang mampu ditahan benda uji (N)

A : Luas penampang benda uji (mm²)



Gambar 2.1 Uji Kuat Tekan Beton.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu tahapan yang digunakan dalam penelitian untuk mencapai hasil yang diinginkan. Penelitian ini terbagi menjadi dua studi, yaitu sebagai berikut :

1. Studi pustaka, bertujuan untuk mengkaji hubungan antara variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian.
2. Studi eksperimen, bertujuan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan. Data tersebut akan dianalisis secara statistik untuk

menguji hipotesis, sehingga kesimpulan akhir dapat diperoleh dengan lebih tepat. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian studi eksperimen secara umum adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan berat isi agregat halus, agregat kasar, dan semen.
- b. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar
- c. Pemeriksaan bahan lolos saringan No. 200 agregat halus.
- d. Pemeriksaan kadar lumpur dan kadar organik agregat halus.
- e. Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar.
- f. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar.
- g. Pengujian keausan agregat kasar (*abrasi test*) dengan menggunakan alat Los Angeles.
- h. Pemeriksaan konsistensi normal dan waktu ikat.
- i. Perencanaan campuran beton.
- j. Pengujian slump.
- k. Perawatan benda uji.
- l. Pengujian benda uji
- m. Analisa data

Populasi dan Sampel

Tabel 3.1 Variasi Uji Kuat Tekan

| Jenis Pengujian | Umur | Dimensi Sampel (cm) | Jumlah Sampel (buah) |
|-----------------|------|---------------------|----------------------|
| Kuat Tekan | 28 | Kubus 10x10x10 | 5 |
| Kuat Tekan | 28 | Kubus 15x15x15 | 5 |
| Kuat Tekan | 28 | Silinder 10x10 | 5 |
| Kuat Tekan | 28 | Silinder 10x15 | 5 |
| Kuat Tekan | 28 | Silinder 10x20 | 5 |
| Kuat Tekan | 28 | Silinder 15x30 | 5 |

Sumber : Hasil Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Uji Kuat Tekan

1. Benda uji kuat tekan
 Benda uji berupa beton berbentuk kubus ukuran 10cm x 10cm x 10cm, kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm, silinder Ø10cm x 10cm, silinder Ø10cm x 15cm, silinder Ø10cm x 20cm, dan silinder Ø15cm x 30cm.

2. Alat uji kuat tekan



Gambar 3.1 Alat Uji Kuat Tekan

3. Prosedur pelaksanaan uji kuat tekan
 - a. Timbang dan catat berat benda uji.
 - b. Letakkan benda uji pada alat uji kuat tekan.
 - c. Jalankan mesin tersebut.
 - d. Lakukan hingga benda uji hancur atau pada kekuatan tekan maksimum dan catat angka beban yang keluar dari mesin.
 - e. Lakukan hingga benda uji teruji semua dengan langkah-langkah diatas.
 - f. Rumus perhitungan nilai kuat tekan (SNI 1974-2011,2011b)

$$f'c = \frac{P}{A}$$

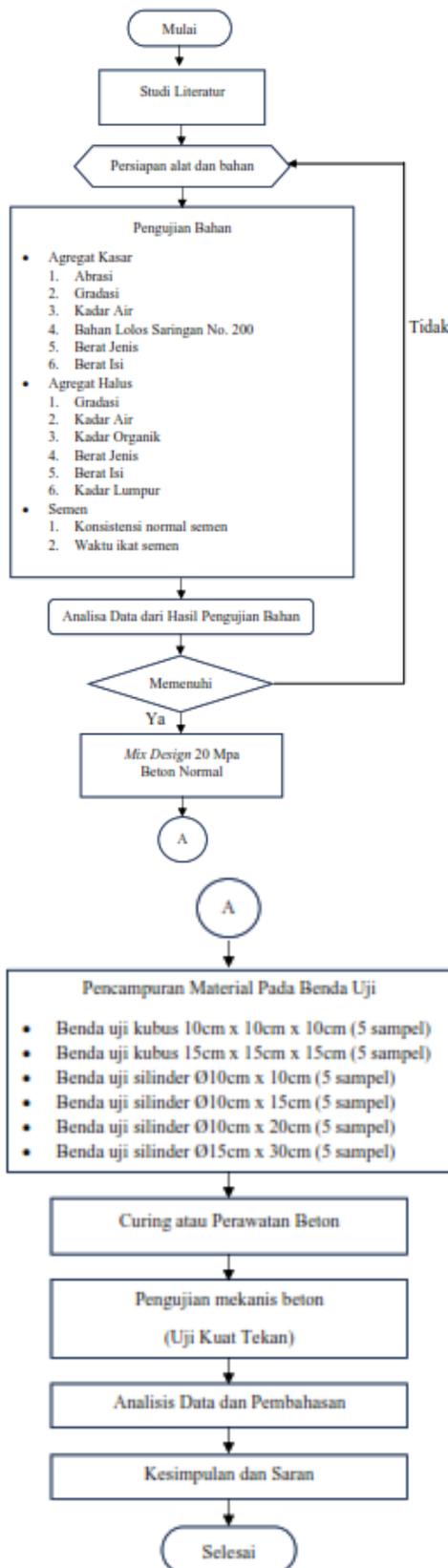
Dimana :

f'c : Tegangan tekan beton

P : Beban yang mampu ditahan benda uji (N)

A : Luas penampang benda uji (mm²)

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

Sumber : Hasil Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Acuan yang digunakan untuk metode penyampuran material (Mix Design) adalah (SNI 03-2834-2000) Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Dalam perhitungan komposisi campuran, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan untuk memenuhi persyaratan sesuai acuan yang telah digunakan, yaitu sebagai berikut :

Data Perancangan Campuran Beton

- a. $f'c$ rencana : 20 MPa
- b. Slump rencana : 120 ± 20 mm
- c. Tipe semen : Tipe I
- d. Agregat kasar maksimum : 25 mm
- e. Jenis agregat kasar : Dipecah
- f. Zona agregat halus : Zona II
- g. Bj agregat kasar kondisi SSD : 2,740
- h. Bj agregat halus kondisi SSD : 2.704
- i. Volume campuran beton : $< 1000 \text{ m}^3$

Perhitungan Kuat Tekan Rencana

Tabel 4.1 Deviasi Standar

| Jumlah Pengujian | Faktor Pengali Deviasi Standar |
|------------------|--------------------------------|
| Kurang dari 15 | Lihat butir 4.2.3.1 1) (5) |
| 15 | 1,16 |
| 20 | 1,08 |
| 25 | 1,03 |
| 30 atau lebih | 1,00 |

Sumber : SNI 03-2834-2000

Berdasarkan tabel diatas, ditetapkan deviasi standar yang digunakan dalam perancangan campuran sebesar 1,16 Mpa.

Target nilai kuat tekan rata-rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'c + 1,64 \times S_r \\
 &= 20 + 1,64 \times 1,16 \\
 &= 21,902 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dimana :

f'_{cr} : Nilai kuat tekan rencana

S_r : Nilai deviasi standar

Jadi dari perhitungan diatas, maka didapatkan nilai kuat tekan rencana yang ditargetkan sebesar 21,902 Mpa.

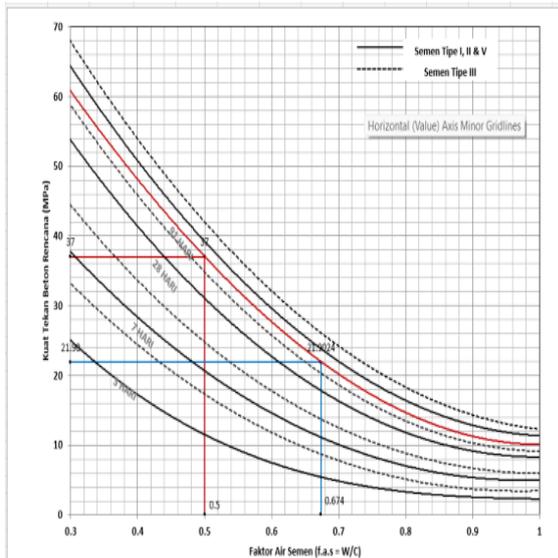
Perhitungan Faktor Air Semen

Tabel 4.2 Estimasi Kuat Tekan Beton, FAS (W/C)

| Jenis Semen | Jenis Agregat Kasar | Kuat Tekan (Mpa) | | | | Bentuk Bentuk Uji |
|-------------|---------------------|------------------|----|----|----|-------------------|
| | | Pada umur (Hari) | | | | |
| | | 3 | 7 | 28 | 95 | |
| Tipe I | Batu tak dipecahkan | 17 | 23 | 33 | 40 | Silinder |
| | Batu pecah | 19 | 27 | 37 | 45 | |
| Tipe II, V | Batu tak dipecahkan | 20 | 28 | 40 | 48 | Kubus |
| | Batu pecah | 25 | 32 | 45 | 54 | |
| Tipe III | Batu tak dipecahkan | 21 | 28 | 38 | 44 | Silinder |
| | Batu pecah | 25 | 33 | 44 | 48 | |
| | Batu tak dipecahkan | 25 | 31 | 46 | 53 | Kubus |
| Batu pecah | 30 | 40 | 53 | 60 | | |

Sumber SNI 03-2834-2000

Kuat tekan beton dengan rasio (W/C) 0,5, dengan umur rencana 28 hari, dan menggunakan semen tipe 1, serta agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah maka dapat ditetapkan nilai 37 Mpa.



Gambar 4.1 Grafik Kurva Korelasi Antara Kuat Tekan Beton dengan W/C

Sumber : SNI 03-2834-2000

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari tabel 4.2 yaitu dengan nilai 37 Mpa. Selanjutnya data tersebut dimasukkan kedalam grafik diatas untuk mengikuti garis lengkung yang telah ditentukan. Setelah itu, nilai f'_{cr} yang telah dihitung, yaitu 21,902 Mpa, dimasukkan kedalam grafik, lalu ditarik garis horizontal hingga memotong garis lengkung yang telah dibuat. Selanjutnya, tarik garis secara vertikal ke bawah untuk memperoleh nilai faktor air semen sebesar 0,674.

Menentukan Kadar Air Bebas

Tabel 4. 3 Perkiraan Kadar Air Bebas

| AIR BEBAS | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| AG MAX | SLUMP (mm) | | | | | | | |
| | 0-10 | | 10-30 | | 30-60 | | 60-180 | |
| (mm) | Wh | Wk | Wh | Wk | Wh | Wk | Wh | Wk |
| 10 | 150 | 180 | 180 | 205 | 205 | 230 | 225 | 250 |
| 20 | 135 | 170 | 160 | 190 | 180 | 210 | 195 | 225 |
| 40 | 115 | 175 | 140 | 175 | 160 | 190 | 175 | 205 |

Sumber : SNI 03-2834-2000

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 tidak didapatkan agregat maksimum yang dipakai yaitu 25 mm, maka dapat dilakukan perhitungan interpolasi dengan acuan SNI 03-2834-2000 sebagai berikut (Nasional, 2000) :

Tabel 4. 4 Interpolasi Perkiraan Kadar Air Bebas

| AIR BEBAS | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| AG MAX | SLUMP (mm) | | | | | | | |
| | 0-10 | | 10-30 | | 30-60 | | 60-180 | |
| (mm) | Wh | Wk | Wh | Wk | Wh | Wk | Wh | Wk |
| 10 | 150 | 180 | 180 | 205 | 205 | 230 | 225 | 250 |
| 12 | 147 | 178 | 176 | 202 | 200 | 226 | 219 | 245 |
| 13 | 146 | 177 | 174 | 201 | 198 | 224 | 216 | 243 |
| 14 | 144 | 176 | 172 | 199 | 195 | 222 | 213 | 240 |
| 15 | 143 | 175 | 170 | 198 | 193 | 220 | 210 | 238 |
| 15 | 139 | 175 | 166 | 194 | 188 | 216 | 205 | 233 |
| 19 | 137 | 171 | 162 | 192 | 183 | 212 | 198 | 228 |
| 20 | 135 | 170 | 160 | 190 | 180 | 210 | 195 | 225 |
| 25 | 130 | 171 | 155 | 186 | 175 | 205 | 190 | 220 |
| 30 | 125 | 173 | 150 | 183 | 170 | 200 | 185 | 215 |
| 35 | 120 | 174 | 145 | 179 | 165 | 195 | 180 | 210 |
| 40 | 115 | 175 | 140 | 175 | 160 | 190 | 175 | 205 |

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil dari perhitungan interpolasi perkiraan kadar air bebas dengan agregat maksimum 25 mm dan slump rencana 120 mm dengan toleransi 20 mm, maka didapatkan nilai Wh : 190 dan Wk : 220.

Dimana :

Wh : Estimasi konten air agregat permukaan halus(tidak dipecah)

Wk : Estimasi konten air agregat permikaankasar (dipecah)

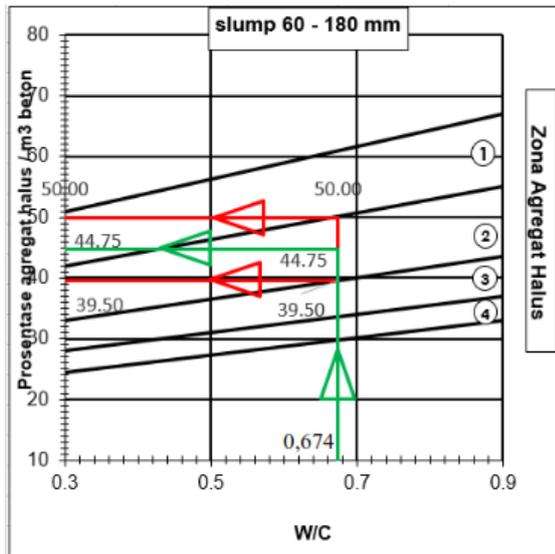
Maka kadar air bebas dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

- $W = 2/3 Wh + 1/3 Wk$
 $= (2/3 \times 190) + (1/3 \times 220)$
 $= 200 \text{ kg/m}^3$
- Jumlah semen (PC)
 $= W/f.a.s$
 $= 200/0,674$
 $= 296,736 \text{ kg/m}^3$

Menentukan Presentase Agregat Halus dan Agregat kasar

Berdasarkan grafik presentase agregat halus, didapatkan angka sebagai berikut :

- F.a.s = 0,674
- Batas atas zona 2 = 50,00
- Batas bawah zona 2 = 39,50
- Presentase agregat halus = 44,75 %
- Presentase agregat kasar = 55,25%



Gambar 4. 2 Grafik Presentase Agregat Halus

Menentukan Berat Jenis Beton Segar

Dari jumlah kadar air bebas (W) dan *Specific gravity* (berat jenis) gabungan, perkiraan berat jenis beton sebagai B_j gabungan dapat dihitung sebagai berikut :

- Berat jenis agregat halus = 2,704
- Berat jenis agregat kasar = 2,740
- Berat jenis gabungan = $\frac{((44,75\% \times 2,74) + (55,25\% \times 2,704))}{100}$
= 2,724

Untuk menentukan berat jenis beton segar dapat dihitung sebagai berikut :

$$B_j \text{ Beton segar} = \frac{((10 \times 2724) \times (100 - 1,5)) + (296,74 \times (1 - (2,724 / 2,929))) - (200 \times (2,724 - 1))}{100}$$

$$= 2359,1752 \text{ kg/m}^3$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil berat jenis beton segar sebesar 2359,1752 kg/m³.

Menentukan Jumlah Agregat Kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*)

- Total agregat = b_j beton segar – berat semen – kadar air bebas
= 2359,1752 – 296,74 – 200
= 1862,44 kg/m³
- Agregat halus = Proporsi agregat halus x berat total agregat
= 44,75 % x 1862,44
= 833,44 kg/m³
- Agregat kasar = Proporsi agregat kasar x berat total agregat
= 55,25% x 1864,44
= 1029,00 kg/m³

Menentukan Komposisi Campuran Kondisi lapangan

- Semen = 296,74 kg/m³
- Agregat halus (asli) = $833 + ((0,96 - 2,46) \times 833,44)/100$
= 820,98 kg/m³
- Agregat kasar (asli) = $1029 + ((1,313 - 1,57) \times 1029)/100$
= 1026,36 kg/m³
- Kebutuhan air lapangan
Air = W + Kelebihan air agregat halus + Kelebihan air agregat kasar
- Kelebihan air agregat halus = Berat agregat halus SSD – Berat agregat halus (asli)
= 833,44 – 820,98
= 12,46 kg/m³
- Kelebihan air agregat kasar = Berat agregat kasar SSD – Berat agregat kasar (asli)
= 1029 – 1026,36
= 2,64 kg/m³
- Air = W + kelebihan air agregat halus + kelebihan air agregat kasar
= 200 + 12,46 + 2,64
= 215,10 kg/m³

Dari Perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh komposisi campuran beton pada kondisi lapangan sebesar ;

1. Air = 215,10 kg/m³
2. Semen = 296,74 kg/m³
3. Agregat halus = 820,98 kg/m³
4. Agregat kasar = 1026,36 kg/m³

Perhitungan Kebutuhan Bahan Pada Campuran Beton

Tabel 4. 5 Kebutuhan Campuran Beton

| Jenis Benda Uji | Bahan Campuran | | | | |
|--------------------|-----------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | Total Benda Uji | Semen (kg) | Agregat Halus (kg) | Agregat Kasar (kg) | Air (kg) |
| Silinder Ø10 x 10 | 5 | 1,35 | 3,74 | 4,68 | 0,98 |
| Silinder Ø10 x 15 | 5 | 2,03 | 5,61 | 7,01 | 1,47 |
| Silinder Ø10 x 20 | 5 | 2,70 | 7,48 | 9,35 | 1,96 |
| Silinder Ø15 x 30 | 5 | 9,12 | 25,24 | 31,56 | 6,61 |
| Kubus 10 x 10 x 10 | 5 | 1,72 | 4,76 | 5,95 | 1,25 |
| Kubus 15 x 15 x 15 | 5 | 5,81 | 16,07 | 20,09 | 4,21 |
| Total | 30 | 22,74 | 62,90 | 78,64 | 16,48 |

Sumber : Hasil Penelitian

Pengujian Slump

Dalam pengujian ini, bertujuan untuk memastikan tercapainya kelecakan optimal. Berikut ini adalah

hasil dari pengujian slump setelah pencampuran material dilaksanakan :

Tabel 4. 6 Slump Campuran Beton

| Variasi Benda Uji | Slump (mm) |
|--------------------------|------------|
| Silinder Ø10cm x 10cm | 101 |
| Silinder Ø15cm x 15cm | |
| Silinder Ø10cm x 20cm | |
| Silinder Ø15cm x 30cm | |
| Kubus 10cm x 10cm x 10cm | |
| Kubus 15cm x 15cm x 15cm | |

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil Pengujian

Tabel 4. 7 Hasil Uji Kuat Tekan

| Benda Uji | Kode | Tanggal Buat | Tanggal Test | Umur (hari) | Mutu | Berat (kg) | Tekanan hancut (kN) | Tekanan hancut 14 hari dan 28 hari (MPa) | Tekanan Rata Rata (MPa) |
|----------------|------|--------------|--------------|-------------|------|------------|---------------------|--|-------------------------|
| Silinder 10x10 | 1 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.51 | 114.00 | 16.49 | 17.22 |
| | 2 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.59 | 121.00 | 17.51 | |
| | 3 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.79 | 124.00 | 17.94 | |
| | 4 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.75 | 119.00 | 17.22 | |
| | 5 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.64 | 117.00 | 16.93 | |
| Silinder 10x15 | 1 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 1.80 | 124.00 | 17.94 | 18.52 |
| | 2 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 1.98 | 128.00 | 18.52 | |
| | 3 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.04 | 133.00 | 19.24 | |
| | 4 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.01 | 129.00 | 18.66 | |
| | 5 | 08/12/2024 | 22/12/2024 | 14 | fc20 | 2.00 | 126.00 | 18.23 | |
| Kubus 10x10x10 | 1 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 2.52 | 350 | 35.01 | 35.55 |
| | 2 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 2.94 | 354 | 35.41 | |
| | 3 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.15 | 361 | 36.11 | |
| | 4 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.12 | 359 | 35.91 | |
| | 5 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 2.56 | 353 | 35.31 | |
| Kubus 15x15x15 | 1 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 4.51 | 625 | 27.79 | 28.12 |
| | 2 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 4.72 | 636 | 28.28 | |
| | 3 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 4.75 | 639 | 28.41 | |
| | 4 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 4.70 | 635 | 28.23 | |
| | 5 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 4.55 | 628 | 27.92 | |
| Silinder 15x30 | 1 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 13.02 | 417 | 23.60 | 24.06 |
| | 2 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 13.15 | 429 | 24.28 | |
| | 3 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 13.53 | 435 | 24.62 | |
| | 4 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 13.21 | 426 | 24.11 | |
| | 5 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 13.19 | 419 | 23.71 | |
| Silinder 10x20 | 1 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.82 | 153 | 19.48 | 20.07 |
| | 2 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.84 | 159 | 20.24 | |
| | 3 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.91 | 165 | 21.01 | |
| | 4 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.86 | 157 | 19.99 | |
| | 5 | 17/10/2024 | 14/11/2024 | 28 | fc20 | 3.84 | 154 | 19.61 | |

Sumber : Hasil Penelitian

Faktor bentuk

Faktor bentuk dalam uji kuat tekan beton sangat penting karena dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh dalam pengujian tersebut. Selanjutnya, dilakukan penelitian terhadap faktor bentuk benda

uji silinder Ø15x30 terhadap kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Untuk mengetahui nilai faktor bentuk, berikut ini adalah salah satu hasil dari perhitungan faktor bentuk :

Kode 1 :

$$\begin{aligned} \text{Faktor bentuk} &= f'_{cr} \text{ silinder} / f'_{cr} \text{ kubus} \\ &= 23/60 / 27,79 \\ &= 0,8492 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah tabel hasil dari perhitungan faktor bentuk :

Tabel 4. 8. Perhitungan Nilai Faktor Bentuk

| Faktor Bentuk Silinder ke Kubus | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|--------|
| Sampel | Silinder Ø15x30 | Kubus 15x15x15 | Hasil |
| 1 | 23,60 | 27,79 | 0,8492 |
| 2 | 24,28 | 28,28 | 0,8586 |
| 3 | 24,62 | 28,41 | 0,8665 |
| 4 | 24,11 | 28,23 | 0,8539 |
| 5 | 23,71 | 27,92 | 0,8492 |
| X | | | 0,8555 |

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan perhitungan dari tabel diatas didapatkan rata-rata nilai faktor bentuk dari 5 sampel uji sebesar 0,8555.

Faktor Koreksi

Faktor koreksi sering digunakan untuk memperhitungkan perbedaan antara ukuran benda uji yang digunakan dalam pengujian yang disarankan oleh standar. Selanjutnya, dilakukan penelitian terhadap faktor koreksi ukuran benda uji silinder dengan pembagi yaitu silinder Ø15x30 dan benda uji kubus dengan pembagi yaitu kubus 15x15x15. Untuk mengetahui nilai faktor koreksi, Berikut adalah perhitungan faktor koreksi berdasarkan rata-rata nilai kuat tekan beton. Berikut ini adalah salah satu perhitungan dari faktor koreksi :

Silinder Ø10x10 :

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi} &= f'_{cr} \text{ silinder } \text{Ø}10x10 / \text{Ø}15x30 \\ &= 17,22 / 24,06 \\ &= 0,7156 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah tabel hasil dari perhitungan faktor koreksi :

Tabel 4. 9. Perhitungan Faktor Koreksi

| Rumus | Perhitungan Faktor Koreksi Berdasarkan nilai f'cr | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------|-------------------|---------------------------------------|--------|-------|
| | S 10X10 & S 15X30 | S 10X15 & S 15X30 | S 10X20 & S 15X30 | K 10 ³ & K 15 ³ | | |
| | 17,22 | 24,06 | 18,52 | 24,06 | 20,07 | 24,06 |
| Fcr variasi / f'cr standar | 0,7156 | | 0,7697 | | 0,8339 | |
| | | | | | 35,55 | 28,12 |

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan perhitungan dari tabel diatas didapatkan nilai faktor koreksi pada silinder Ø10x10 sebesar 0,7156, Ø10x15 sebesar 0,7697, Ø10x20 sebesar 0,8339, dan kubus 10x10x10 sebesar 1,2641.

Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan beton

Tabel 4. 8 Nilai Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder Ø15 x 30

| No. | Kuat Tekan (MPa) |
|-----------|------------------|
| 1. | 23,60 |
| 2. | 24,28 |
| 3. | 24,62 |
| 4. | 24,11 |
| 5. | 23,71 |
| \bar{x} | 24,06 |

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4. 9. Data Uji Kuat Tekan Beton Setelah dilakukan Interval kepercayaan

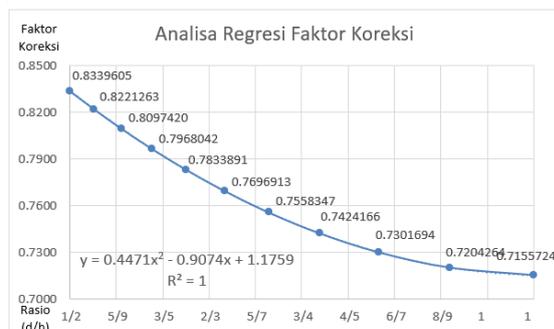
| No. | Benda Uji | Kode | Tekah hancur (KN) | Tekah hancur ril (MPa) | Tekah hancur (MPa) | Interval Kepercayaan | Keterangan | Tekah Rata-Rata (MPa) |
|-----|----------------|------|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | Silinder 15x30 | 1 | 417 | 23,60 | 23,60 | 23,54 < μ < 24,58 | Memenuhi | 24,06 |
| 2 | | 2 | 429 | 24,28 | 24,28 | | Memenuhi | |
| 3 | | 3 | 435 | 24,62 | 24,62 | | Tidak Memenuhi | |
| 4 | | 4 | 406 | 24,11 | 24,11 | | Memenuhi | |
| 5 | | 5 | 419 | 23,71 | 23,71 | | Memenuhi | |
| 1 | Silinder 10x15 | 1 | 124 | 17,94 | 17,94 | 17,91 < μ < 19,13 | Memenuhi | 18,52 |
| 2 | | 2 | 128 | 18,52 | 18,52 | | Memenuhi | |
| 3 | | 3 | 133 | 19,24 | 19,24 | | Tidak Memenuhi | |
| 4 | | 4 | 129 | 18,66 | 18,66 | | Memenuhi | |
| 5 | | 5 | 126 | 18,23 | 18,23 | | Memenuhi | |
| 1 | Kubus 10x10x10 | 1 | 350 | 35,01 | 35,01 | 34,99 < μ < 36,11 | Memenuhi | 35,55 |
| 2 | | 2 | 354 | 35,41 | 35,41 | | Memenuhi | |
| 3 | | 3 | 361 | 36,11 | 36,11 | | Tidak Memenuhi | |
| 4 | | 4 | 359 | 35,91 | 35,91 | | Memenuhi | |
| 5 | | 5 | 353 | 35,31 | 35,31 | | Memenuhi | |
| 1 | Kubus 15x15x15 | 1 | 625 | 27,79 | 27,79 | 27,80 < μ < 28,45 | Tidak Memenuhi | 28,12 |
| 2 | | 2 | 616 | 28,28 | 28,28 | | Memenuhi | |
| 3 | | 3 | 639 | 28,41 | 28,41 | | Memenuhi | |
| 4 | | 4 | 635 | 28,23 | 28,23 | | Memenuhi | |
| 5 | | 5 | 628 | 27,92 | 27,92 | | Memenuhi | |
| 1 | Silinder 10x10 | 1 | 114 | 16,49 | 16,49 | 16,53 < μ < 17,90 | Tidak Memenuhi | 17,22 |
| 2 | | 2 | 121 | 17,51 | 17,51 | | Memenuhi | |
| 3 | | 3 | 124 | 17,94 | 17,94 | | Tidak Memenuhi | |
| 4 | | 4 | 119 | 17,22 | 17,22 | | Memenuhi | |
| 5 | | 5 | 117 | 16,93 | 16,93 | | Memenuhi | |
| 1 | Silinder 10x20 | 1 | 153 | 19,48 | 19,48 | 19,31 < μ < 20,82 | Memenuhi | 20,07 |
| 2 | | 2 | 159 | 20,24 | 20,24 | | Memenuhi | |
| 3 | | 3 | 165 | 21,01 | 21,01 | | Tidak Memenuhi | |
| 4 | | 4 | 157 | 19,99 | 19,99 | | Memenuhi | |
| 5 | | 5 | 154 | 19,61 | 19,61 | | Memenuhi | |

Sumber : Hasil Penelitian

Dari tabel diatas, dalam pengujian interval kepercayaan pada setiap benda uji, paling banyak 2 pengujian yang tidak memenuhi persyaratan pada setiap benda uji, maka pengujian tersebut terbilang telah memenuhi syarat.

Analisa Regresi

Dalam analisa regresi, akan dilakukan analisa pada variasi tinggi silinder 10 cm – 20 cm dengan diameter 10 cm, hasil dari analisa ini sebagai berikut :



Gambar 4. 3. Analisis nilai rasio silinder terhadap nilai faktor koreksi pada beton normal

Sumber : Hasil Penelitian

Dari grafik diatas menandakan bahwa semakin kecil rasio benda uji silinder maka semakin tinggi nilai faktor koreksinya.

Uji Hipotesis

Dalam proses pengujian hipotesis, digunakan uji distribusi student (uji t). Tujuan dari uji t ini untuk menentukan apakah variabel bebas (X) memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Y). Dalam konteks ini, variabel bebas (X) adalah nilai rasio dari silinder dengan diameter 10 cm dan variabel terikat (Y) menunjukkan nilai faktor koreksi. Berikut ini merupakan prosedur uji hipotesis :

- Rumusan hipotesis
 Diasumsikan :
 - H_0 = Tidak adanya pengaruh dari kekuatan tekan beton mutu rencana ($f'c$ 20 MPa) terhadap faktor bentuk dan faktor koreksi.
 - H_a = adanya pengaruh dari kekuatan tekan beton mutu rencana ($f'c$ 20 Mpa) terhadap faktor bentuk dan faktor koreksi.
- Menentukan t_{tabel} pengujian dua arah dengan tingkat signifikannya 5% sehingga $\alpha/2 = 0,05/2 = 0,025$ maka $t_{tabel} = \alpha/2 ; n - k$ atau $t_{tabel} = 0,025 ; 11 = 2,201$ (t_{tabel} dapat dilihat pada lampiran)
- Menentukan t_{hitung}
 - Kuat tekan :

$$= 1 x \sqrt{\frac{11-2}{1-r^2}}$$

$$= 1 x \sqrt{\frac{11-2}{1-1^2}}$$

$$= 2,297$$
- Penarikan kesimpulan
 Apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka Hipotesis nol (H_0) ditolak
 Apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka Hipotesis (H_0) diterima

Dari hasil perhitungan didapat nilai t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} , aitu $2,297 > 2,201$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima, maka dapat disimpulkan bahwa faktor bentuk dari silinder 15x30 terhadap kubus 15x15x15 dan faktor koreksi dari silinder 15x30 terhadap silinder 10x10, silinder 10x15, silinder 10x20 terdapat pengaruh pada kuat tekan.

Pembahasan

Perhitungan faktor bentuk dan faktor koreksi pada penelitian ini dapat digunakan pada beton normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hal-hal berikut dapat direkomendasikan.

Berdasarkan tabel perhitungan nilai faktor bentuk pada benda uji silinder 15x30 terhadap kubus 15x15x15 dengan cara hitung yaitu $f^c_{\text{silinder}} / f^c_{\text{kubus}}$ menunjukkan bahwa didapatkan hasil nilai faktor bentuk pada sampel 1 = 0,8495, sampel 2 = 0,8588, sampel 3 = 0,8668, sampel 4 = 0,8542, sampel 5 = 0,8495, dan hasil rata-rata dari 5 sampel tersebut adalah 0,8558.

Berdasarkan tabel perhitungan faktor koreksi berdasarkan nilai f^c_{cr} dengan cara hitung $f^c_{\text{cr}}_{\text{silinder variasi}} / f^c_{\text{cr}}_{\text{silinder standar}}$ dan $f^c_{\text{cr}}_{\text{kubus}} 10x10x10 / f^c_{\text{cr}}_{\text{kubus}} 15x15x15$, dan didapatkan hasil nilai faktor koreksi pada silinder 10x10 = 0,7156, silinder 10x15 = 0,7697, silinder 10x20 = 0,8339, kubus 10x10x10 = 1,2641.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa dari hasil penelitian, maka dapat dilakukan kesimpulan dari faktor bentuk dan faktor koreksi pada beton normal berdasarkan kuat tekan, sebanding dengan rumusan masalah yakni :

1. Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada kubus 10x10x10 sebesar 35,54 Mpa, kubus 15x15x15 sebesar 28,12 Mpa, silinder Ø10x10 sebesar 17,22 Mpa, silinder Ø10x15 sebesar 18,52 Mpa, silinder Ø10x20 sebesar 20,07 Mpa, silinder Ø15x30 sebesar 24,06 Mpa.
2. Hasil analisa faktor bentuk menunjukkan bahwa pada sampel 1 sebesar 0,8495, sampel 2 sebesar 0,8588, sampel 3 sebesar 0,8668, sampel 4 sebesar 0,8542, sampel 5 sebesar 0,8495. Dapat disimpulkan bahwa nilai faktor bentuk dari

silinder 15x30 terhadap kubus 15x15x15 yaitu 0,8558.

3. Hasil analisa faktor koreksi menunjukkan bahwa pada silinder Ø10x10 sebesar 0,7156, silinder Ø10x15 sebesar 0,7697, silinder Ø10x20 sebesar 0,8339, kubus 10x10x10 sebesar 1,2641. Dapat disimpulkan bahwa dengan diameter yang sama, semakin tinggi bentuk silinder, semakin tinggi juga angka faktor koreksinya atau dapat disimpulkan juga semakin kecil rasio benda uji maka semakin besar angka faktor koreksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasional, B. S. (2000). *SNI 03-2834-2000 "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal."*
- Nasional, B. S. (2002). *SNI 03-2847-2002 "Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung."*
- Nasional, B. S. (2004). *SNI 15-2049-2004 "Semen portland."*
- Nasional, B. S. (2011). *SNI 1974:2011 "Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder "*.
www.bsn.go.id
- Nasional, B. S. (2019). *SNI 2847:2019 "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung."*