

Perencanaan Kombinasi Beton dengan Metode Department of Environment (DoE)

Rahayu Isnin Astuti

Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Indonesia

Email: ayurahayuisnin@gmail.com

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 22 November 2019
Disetujui pada 30 November 2019
Dipublikasikan pada 30 November 2019
Hal. 410-414

Kata Kunci:

Metode DoE, Kombinasi Beton

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v3i4.414>

Abstrak: Mengetahui kebutuhan air di mortar dan kebutuhan air dicampuran cor untuk menentukan kadar kuat tekan rencana, jenis semen, jenis agregat kasar yang akan digunakan, serta umur kubus beton dimana kekuatan tekan rencananya akan ditinjau, serta diperkirakan kuat tekan kubus beton untuk $W/C = 0,5$ dapat ditetapkan. Maka kualitas semen yang dibutuhkan dalam perencanaan dapat dihitung menggunakan data banyaknya air bebas yang diperlukan untuk setiap kubikasi beton, besarnya jumlah semen yang dihitung atas dasar jumlah air bebas dan W/C yang sebelumnya telah ditetapkan, tidak boleh kurang dari jumlah semen minimum yang disyaratkan pada kondisi “exposure” tertentu untuk menjamin ketahanan pada kondisi yang disyaratkan.

PENDAHULUAN

Beton adalah suatu bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekan, tetapi sebaliknya mempunyai kekuatan relatif sangat rendah terhadap tarik. Dengan menggunakan kombinasi beton dengan baja sebagai bahan struktur, maka tegangan-tegangan tekan didalam penampang dipikulkan kepada beton, sedangkan tegangan-tegangan tarik dipikulkan kepada baja (Subiyanto, 1987)

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat kaku (*rigid*). Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Beton bertulang atau beton bertulang baja adalah komponen struktur beton dimana sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Yang bertujuan untuk menentukan kadar kuat tekan rencana, jenis semen, jenis agregat kasar yang akan digunakan, serta umur kubus beton dimana kekuatan tekan rencananya akan ditinjau, serta diperkirakan kuat tekan kubus beton untuk $W/C = 0,5$ dapat ditetapkan. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, di mana batang tulangan baja bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (Dipohusodo, 1993)

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan

secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya (Istimawan Dipohusodo, 1993).

Pada suatu kombinasi bangunan gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi (Asroni, 2010).

METODE

Metode dalam pencampuran beton ada lebih dari satu diantaranya adalah metode *Departement of Environment* (DoE) yang tertuang di dalam SNI T:15-1991-03 yaitu “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal” *Departement of Environment* (DoE), Building Research Establishment, Britain (jurnal Arifal Hidayat). Merupakan adopsi dari cara Ukuran dasar pengaturan beton adalah kekuatan tekan beton yang berhubungan dengan air semen yang digunakan. Menurut Neville (1981) untuk mendapatkan kekuatan yang tinggi maka penggunaan air dalam campuran beton harus minimum

Bahan: unsur beton airsemen, agregat halus, dan agregat kasar yang telah memenuhi syarat. Peralatan: Timbangan, peralatan untuk membuat adukan (wadah, sendok, semen, peralatan pengukur slump, dan peralatan pengukur berat volume). Tujuan: Menentukan komposisi/unsur beton basa dengan ketentuan kekuatan tekan karakteristik dan slump rencana. Prosedur pemeriksaan bahan dengan pemeriksaan mutu beton dan mutu pelaksanaan dan perancangan campuran beton dengan metode DoE.

HASIL

Pada metode *Departement of Environment* (DoE) ini penentuan besarnya semen yang diperlukan untuk 1 m³ beton didasarkan atas perbandingan berat air terhadap berat semen sebesar 0,5 sehubungan dengan kuat tekan kubus beton bersisi 150 mm untuk umur, tipe semen dan agregat kasar yang digunakan pada proses perancangan campuran. Dengan kata lain, penentuan faktor air semen sangat tergantung pada jenis agregat kasar yang digunakan, tipe semen serta umur beton dimana kekuatan tekannya akan ditinjau.

Tabel 1. Persyaratan gradasi agregat gabungan menurut BS 882 1983

Ukuran saringan (mm)	Prosentase berat lolos ukuran saringan			
	40 mm	20 mm	10 mm	5 mm
50,0	100	-	-	-
37,5	95 - 100	100	-	-
20,0	45 - 80	95 - 100	-	-
14,0	-	-	100	-
10,0	-	-	95 - 100	-
5,0	25 - 50	35 - 55	30 - 65	70 - 100
2,36	-	-	20 - 50	25 - 70

1,18	-	-	15 - 40	15 - 45
0,60	8 - 30	10 - 35	10 - 60	5 - 25
0,30	-	-	5 - 15	3 - 20
0,15	0 - 8	0 - 8	0 - 8	0 - 15

Catatan ; *Dapat ditingkatkan hingga 10% untuk butiran halus dipecah

Guna menentukan komposisi campuran untuk setiap unit volume beton juga diperlukan data mengenai tingkat kemudahan pelaksanaan bagi jenis struktur yang bersangkutan dan ditunjukkan oleh besarnya nilai slump rencana. Pada metode *Departement of Environment* (DoE), besarnya slump rencana untuk berbagai tipe struktur dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tingkat kemudahan pelaksanaan	Slump (mm)	Penggunaan beton cocok untuk
Sangat rendah	0 – 25	Jalan yang digetar dengan mesin penggetar otomatis, dalam kasus tertentu dapat pula digunakan mesin penggetar tangan
Rendah	25 – 50	Jalan yang digetar dengan mesin penggetar tangan, dalam kasus umum beton dapat dipadatkan secara manual baik memakai agregat bulat atau tak beraturan
Sedang	25 - 100	Pelat lantai yang dipadatkan dengan menggunakan agregat batu pecah. Beton bertulang normal yang dipadatkan secara manual dan penampang beton bertulang yang digetar
Tinggi	100 - 175	Penampang beton dengan tulangan rapat

Tabel 2 Nilai slump yang disyaratkan sesuai dengan penggunaan beton

Berbeda dengan metode sebelumnya, pada metode *Departement of Environment* (DoE) ini penentuan besarnya semen yang diperlukan untuk 1 m³ beton didasarkan atas perbandingan berat air terhadap berat semen sebesar 0,5 sehubungan dengan kuat tekan kubus beton bersisi 150 mm untuk umur, tipe semen dan agregat kasar yang digunakan pada proses perancangan campuran. Dengan kata lain, penentuan faktor air semen sangat tergantung pada jenis agregat kasar yang digunakan tipe semen serta umur beton dimana kekuatan tekannya akan ditinjau.

Untuk lebih jelasnya, maka besarnya perkiraan kekuatan tekan beton bagi faktor air semen sebesar 0,5 seperti terlihat pada tabel berikut telah disusun guna membantu dalam menentukan faktor air semen untuk kekuatan tekan yang direncanakan.

Tabel 3. Perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air semen (W/C)=0,5

Tipe Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa) pada Umur (hari)			
		3 hari	7 hari	28 hari	91 hari
Tipe I	Tidak Dipecah	17	23	30	40

	Dipecah	19	27	34	45
Tipe III	Tidak Dipecah	21	28	38	44
	Dipecah	25	33	44	48

Dengan telah ditetapkannya nilai W/C, maka kualitas semen yang dibutuhkan dalam perencanaan dapat dihitung dengan menggunakan data banyaknya air bebas yang diperlukan untuk setiap kubikasi beton, seperti tabel berikut:

Tabel 4. Perkiraan jumlah air bebas yang diperlukan untuk memberikan tingkat workability tertentu

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Agregat	Jenis Air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Tidak Dipecah	150	180	205	225
	Dipecah	180	205	230	250
20	Tidak Dipecah	135	160	180	195
	Dipecah	170	190	210	225
40	Tidak Dipecah	115	140	160	175
	Dipecah	155	175	190	205

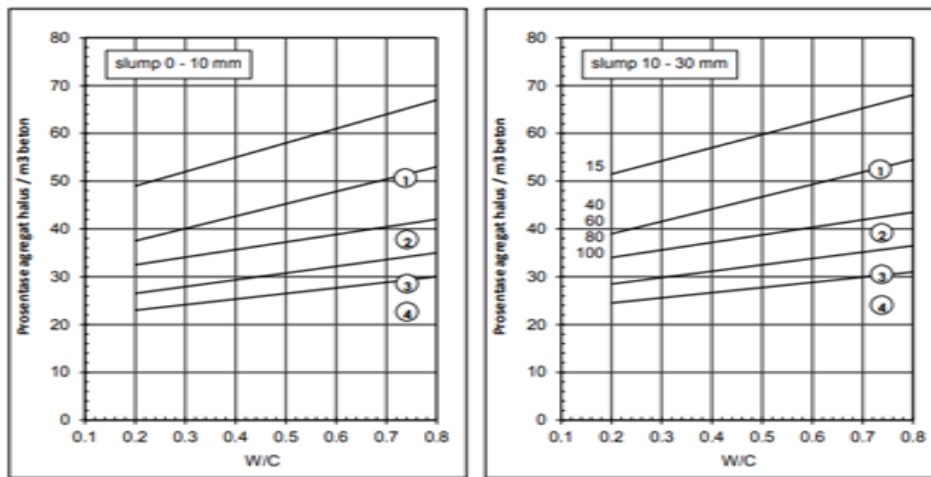
Besarnya jumlah semen yang dihitung atas dasar jumlah air bebas dan W/C yang sebelumnya telah ditetapkan, tidak boleh kurang dari jumlah semen minimum yang disyaratkan pada kondisi “*exposure*” tertentu untuk menjamin ketahanan pada kondisi yang disyaratkan seperti pada tabel berikut:

Tabel 5. Jumlah semen minimum untuk kondisi terekspos

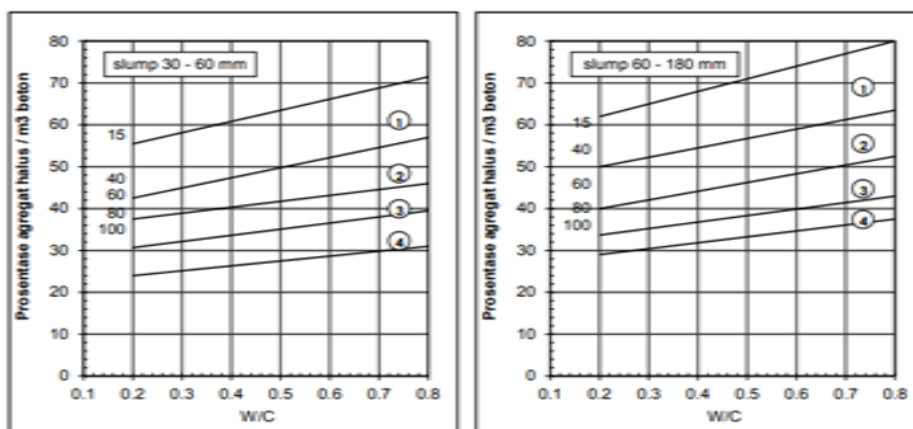
Kondisi Ekspos	Selimut Beton (mm)				
Ringan	25	20	20	20	20
Sedang	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	40	30	25
Sangat Buruk	-	-	50	40	30
Ekstrim	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	30	35	40	4	50

Langkah selanjutnya dari perancangan beton dengan metode DOE ini adalah memperkirakan berat jenis beton segar dengan memanfaatkan data jumlah air bebas dan *specific gravity agregat* gabungannya. Untuk memperkirakan besarnya berat jenis beton segar, guna menentukan jumlah masing-masing agregat untuk 1m³ beton, terlebih dahulu dibutuhkan prosentase masing-masing agregat sehingga langkah untuk memperkirakan berat jenis beton segar dapat dilakukan.

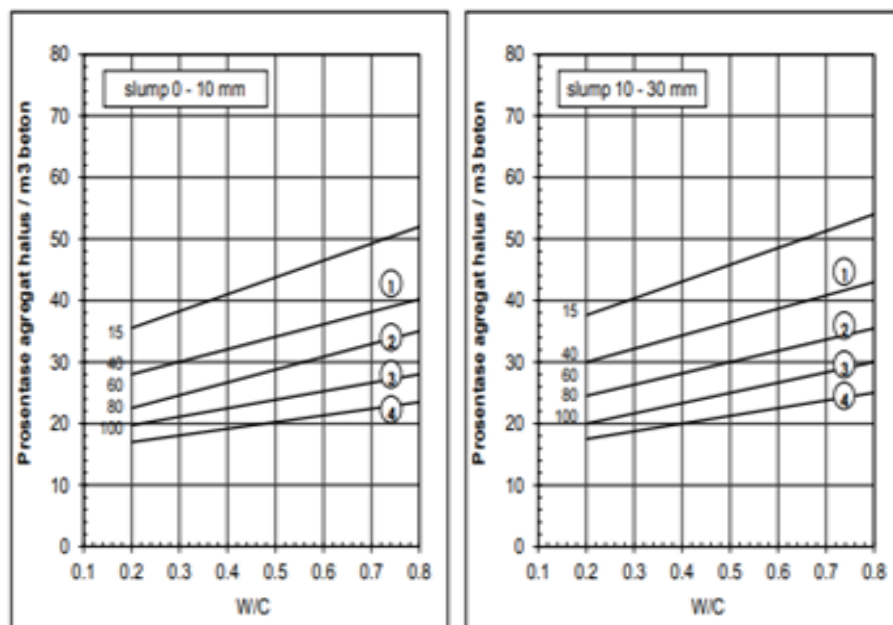
Perkiraan prosentase masing-masing agregat dalam satu unit beton dapat ditempuh dengan memanfaatkan grafik hubungan antara besarnya faktor air semen (W/C) dengan prosentase agregat halus untuk beberapa nilai slump dan ukuran maksimum agregat yang dipakai yang dapat dilihat pada gambar berikut:



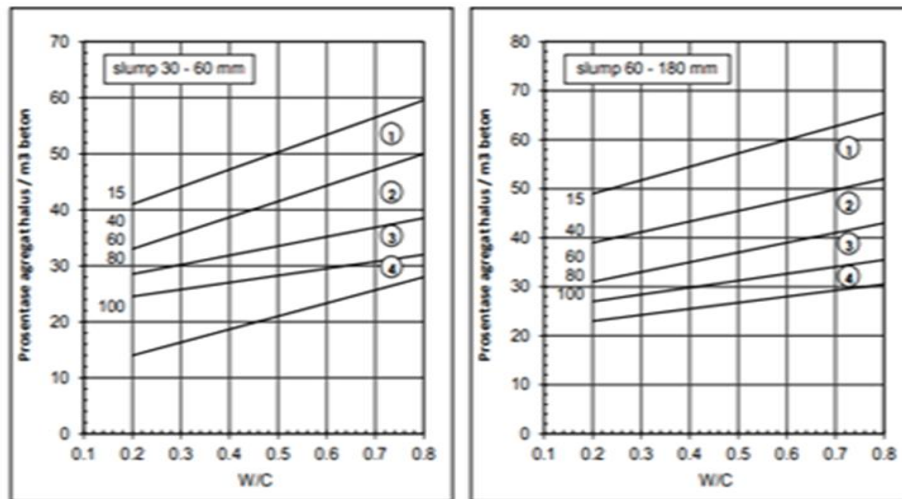
Gambar 1. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 10 m



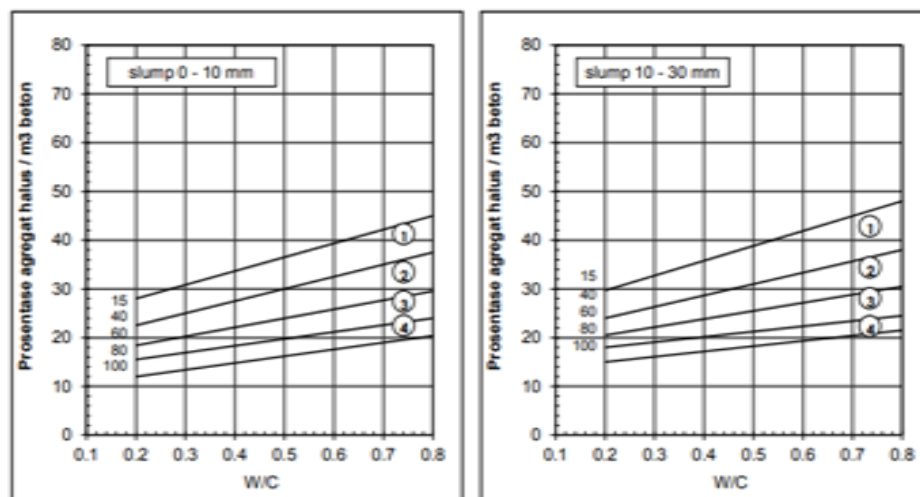
Gambar 2. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 10 mm



Gambar 3. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm



Gambar 4. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm



Gambar 5. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 40 mm

PEMBAHASAN

Menentukan kuat tekan rata - rata : $f'c = 15$

Isi Pekerjaan		Deviasi Standart S (MPa)		
Sebutan	Jumlah Beton (m ³)	Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 6,5$	$6,5 < S < 8,5$
Sedang	1000-3000	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 7,5$
Besar	> 3000	$2,5 < S < 3,5$	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 6,5$

$$\begin{aligned}
 F'_{cr} &= f'c + 1,34 \cdot S \\
 &= 15 + 1,34 \cdot 6 \\
 &= 23,04 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$F'_{cr} = f'c + 2,33 \cdot S - 3,5$$

$$= 15 + 2,33 \cdot 6 - 3,5$$

$$= 25,48 \text{ Mpa}$$

yang diambil yang terbesar 25,48 Mpa

Menentukan faktor air semen (f.a.s) menggunakan tabel 1

Tipe Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa) pada Umur (hari)			
		3 hari	7 hari	28 hari	91 hari
Tipe I	Tidak Dipecah	17	23	30	40
	Dipecah	19	27	34	45
Tipe III	Tidak Dipecah	21	28	38	44
	Dipecah	25	33	44	48

w/c = 0,5 f.a.s = 0,6

Menentukan kadar air bebas

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Agregat	Jenis Air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Tidak Dipecah	150	180	205	225
	Dipecah	180	205	230	250
20	Tidak Dipecah	135	160	180	195
	Dipecah	170	190	210	225
40	Tidak Dipecah	115	140	160	175
	Dipecah	155	175	190	205

Gunakan tabel 2 yang dibuat untuk agregat gabungan alami (tidak pecah) dengan agregat yang dipecah. Sesuai tabel 5, dengan menggunakan ukuran maksimum agregat 40, dengan nilai slump 60-180, didapatkan Wf = 175, dan Wc = 205.

Untuk agregat gabungan yang berupa campuran antara pasir alami dan kerikil (batu pecah) maka kadar air bebas diperitungkan dengan rumus:

$$W = \frac{2}{3} wf + \frac{1}{3} wc = \frac{2}{3} 175 + \frac{1}{3} 205 = 185 \text{ kg/m}^3$$

Dimana : Wf = kadar air bebas untuk agregat alami (tidak pecah)

 Wc = kadar air bebas untuk agregat yang pecah

Menentukan Jumlah Semen

Jumlah Semen PC = jumlah air bebas / faktor air semen

$$W / \text{f.a.s} = 185 / 0,62 = 298,387 \text{ kg/m}^3$$

Menentukan Presentase Agregat Halus

Dengan menggunakan grafik no 14c yang didasarkan atas zone pasir , f.a.s : nilai slump dan diameter agregat maksimum, dan hasil akhir dari penggunaan grafik ini adalah presentase pasir.

Diketahui: - W/C = 0,62

- Presentase agregat halus = 43%

- Presentase agregat kasar = 100% - 43% = 57%

Menentukan Berat Jenis Beton Segar

Dari jumlah air bebas W dan specific gravity gabungan G_s gab, perkiraan berat jenis beton segar sebesar D.

Diketahui

berat jenis agregat gabungan

$$\begin{aligned} &= \frac{(\% \text{ halus} \times B_j \text{ halus SSD}) + (\% \text{ kasar} \times B_j \text{ kasar SSD})}{100\%} \\ &= \frac{(43\% \times 2,703) + (57\% \times 2,585)}{100\%} \\ &= 2,6 \end{aligned}$$

Menentukan jumlah agregat kondisi SSD

- a. Total Agregat = BJ beton segar – jumlah semen – W
= 2380 – 298,387 – 185
= 1896,613 kg/m³
- b. Jumlah Agregat Halus = presentase agregat halus x total agregat
= 43% x 1896,613
= 815,544 kg/m³
- c. Agregat Kasar = presentase agregat kasar x total agregat
= 57% x 1896,613
= 1081,069 kg/m³

Menentukan komposisi campuran kondisi di lapangan

- a. Semen = 298,387 kg/m³
- b. Agregat kasar (asli) = $\frac{100 + w_{c \text{ asli}}}{100 + w_{c \text{ SSD}}} \times \text{agregat kasar SSD}$
 $= \frac{100 + 3,273}{100 + 3,554} \times 1081,069$
= 1078,14 kg/m³
- c. Agregat kasar (asli) = $\frac{100 + w_{c \text{ asli}}}{100 + w_{c \text{ SSD}}} \times \text{agregat kasar SSD}$
 $= \frac{100 + 7,907}{100 + 0,9915} \times 815,544$
= 871,4 kg/m³

1. Kebutuhan air lapangan

$$\begin{aligned} \text{Air} &= W + (\text{jumlah agregat halus SSD} - \text{Jumlah agregat halus asli}) + \\ &(\text{jumlah agregat kasar SSD} - \text{jumlah agregat kasar asli}) \\ &= 185 + (815,544 - 871,4) + (1081,069 - 1078,14) \\ &= 132,073 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

2. Menghitung kebutuhan cor

Silinder

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \times 0,075^2 \times 0,3 \\ &= 0,005299 \text{ m}^3 \text{-----(untuk 1 silinder)} \\ \text{8 silinder} &= 0,005299 \times 8 \\ &= 0,04239 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor kehilangan = 1,2

Kebutuhan untuk silinder:

Semen	= 0,04239 x 298,387 x 1,2 = 15,179 kg
Pasir	= 0,04239 x 871,4 x 1,2 = 44,328 kg
Kerikil	= 0,04239 x 1078,14 x 1,2 = 54,845 kg
Air	= 0,04239 x 132,073 x 1,2 = 6,718 kg

Balok

$$\begin{aligned} \text{Volume balok} &= P \times L \times T \\ &= 0,6 \times 0,15 \times 0,15 = 0,0135 \text{ m}^3 \text{-----(untuk 1 balok)} \\ 3 \text{ balok} &= 0,0135 \times 3 = 0,027 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor kehilangan = 1,2

Kebutuhan untuk balok:

Semen	= 0,0027 x 298,387 x 1,2 = 9,668 kg
Pasir	= 0,0027 x 871,4 x 1,2 = 28,233 kg
Kerikil	= 0,0027 x 1078,14 x 1,2 = 34,932 kg
Air	= 0,0027 x 132,073 x 1,2 = 4,279 kg

Total kebutuhan campuran untuk cor:

Semen	= 15,179 + 9,668	= 24,847 kg
Pasir	= 44,328 + 28,233	= 72,561 kg
Kerikil	= 54,845 + 34,932	= 89,777 kg
Air	= 6,718 + 4,279	= 10,997 kg

3. Menghitung kebutuhan Mortar

Kubus

$$\begin{aligned} \text{Volume Kubus} &= S^3 \\ &= 0,05^3 = 0,000125 \text{ m}^3 \text{-----(untuk 1 Kubus)} \\ 3 \text{ kubus} &= 3 \times 0,000125 = 0,000375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor keamanan = 2,2

Kebutuhan untuk kubus:

Semen	= 0,000375 x 298,387 x 2,2 = 0,246 kg
Pasir	= 0,000375 x 871,4 x 2,2 = 0,719 kg
Kerikil	= 0,000375 x 1078,14 x 2,2 = 0,889 kg
Air	= 0,000375 x 132,073 x 2,2 = 0,109 kg

Balok

$$\begin{aligned} \text{Volume Balok} &= P \times L \times T \\ &= 0,16 \times 0,04 \times 0,04 = 0,000256 \text{ m}^3 \text{----(untuk 1 Balok)} \\ 3 \text{ Balok} &= 3 \times 0,000256 = 0,000768 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor keamanan = 2,2

Kebutuhan untuk balok:

Semen	= 0,000768 x 298,387 x 2,2 = 0,504 kg
Pasir	= 0,000768 x 871,4 x 2,2 = 1,472 kg
Kerikil	= 0,000768 x 1078,14 x 2,2 = 1,822 kg
Air	= 0,000768 x 132,073 x 2,2 = 0,223 kg

Briquette

$$\text{Volume Briquette} = 80 \text{ cm}^3 = 0,00008 \text{ m}^3 \text{----(untuk 1 Briquette)}$$

$$3 \text{ Briquette} = 3 \times 0,00008 = 0,00024 \text{ m}^3$$

Faktor keamanan = 2,2

Kebutuhan untuk Briquette:

Semen	= 0,00024 x 298,387 x 2,2 = 0,158 kg
Pasir	= 0,00024 x 871,4 x 2,2 = 0,46 kg
Kerikil	= 0,00024 x 1078,14 x 2,2 = 0,569 kg
Air	= 0,00024 x 132,073 x 2,2 = 0,07 kg

Total Kebutuhan campuran untuk mortar:

Semen	= 0,246 + 0,504 + 0,158	= 0,908 kg
Pasir	= 0,719 + 1,472 + 0,460	= 2,651 kg
Kerikil	= 0,889 + 1,822 + 0,569	= 3,280 kg
Air	= 0,109 + 0,223 + 0,07	= 0,402 kg

KESIMPULAN

Hasil perhitungan merancang campuran beton yaitu kebutuhan campuran untuk cor airnya adalah 10,997 kg, kesimpulannya adalah kebutuhan air buat mortar lebih sedikit daripada kebutuhan air buat campuran untuk cor.

SARAN

Pemeriksaan kekuatan beton biasanya dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari, minimal 2 buah benda uji untuk setiap pemeriksaan. Jadi semakin tinggi mutu beton maka kebutuhan air juga semakin sedikit.

DAFTAR RUJUKAN

- Ali Ansori. (2010). *Balok Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Subiyanto. (1987). *Konstruksi Beton Pratekan*. Bandung: Cipta Offset
- Istimawan Dipohusodo. (1991). *Sruktur Beton Bertulang*. Jakarta
- Berdasarkan SK.SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI
- Ali Asroni. (2010). *Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang penerbit* Yogyakarta: Grah Ilmu
- Prof.Ir.Rachmat Purwono, M.Sc (2005) *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS press
- Dr. Edward G. Nawy, PE. (2010). *Beton Bertulang -Suatu Pendekatan Dasar* Bandung: Refika Aditama.
- Prof. IR. Soemono. (1980). *Nomogram Beton Bertulang*. Bandung: Djambatan
- Arifa Hidayat. (2012). Perbandingan Rancangan Campuran Beton antara Metode Doe dan ACI. *Jurnal APTEK* Vol.4 No. 2
- SK SNI T-15-1991-03 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan* (Gedung Departemen Pekerjaan Umum)
- SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung* (Beta Version)
- SNI 4817:2008 *Spesifikasi Lembaran Bahan Penutup untuk Perawatan Beton*
- SNI 4156:2008 *Cara Uji Bliding dari Beton Segar*
- SNI 6369:2008 *Tata Cara Pembuatan Kaping untuk Benda Uji Silinder Beton*
- SNI 3419:2008 *Cara Uji Abrasi Beton di Laboratorium*
- SNI 3402:2008 *Cara Uji Isi Beton Ringan Struktural*
- SNI 07-2052:2002 *Baja Tulangan Beton*

SNI 2458:2008 *Tata Cara Pengambilan Contoh Uji Beton Segar*
SNI 1972:2008 *Cara Uji Slump Beton*
SNI 1973:2008 *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton*