

EVALUASI SIFAT MEKANIS DAN KUAT TEKAN BETON PERKERASAN KAKU DENGAN VARIASI DOSIS ADITIF TIPE F PADA UMUR PENGUJIAN SPESIFIK

(Evaluation of Concrete Compressive Strength and Mechanical Properties Using Variations of Type F Additive Dosages at Specific Curing Ages)

Yanshon Happy¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Palangka Raya
Jln.R.T.A.Milono Km. 8,5/ Jln. J.P. Djandan Palangka Raya

Yeni Kurnia²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Palangka Raya
Jln.R.T.A.Milono Km. 8,5/ Jln. J.P. Djandan Palangka Raya

Abstract: This research aims to determine the compressive strength value of normal concrete with a target strength of f'_c 20 MPa, evaluate the compressive strength of concrete with the addition of a 1% Type F additive (superplasticizer), and compare the performance of both mixtures. The study was conducted experimentally using cylindrical specimens measuring 15 cm x 30 cm. The testing program included slump tests and compressive strength tests evaluated at 7 and 28 days of age.

This study employs a quantitative approach with laboratory-based experimental methods. It is comparative in nature, contrasting the compressive strength of normal concrete against concrete utilizing a Type F additive at a target strength of f'_c 20 MPa. The concrete mix design in this study refers to SNI 03-2834-2000, while the compressive strength testing was carried out based on SNI 1974:2011. The Type F additive used is classified as a High-Range Water-Reducing Admixture in accordance with ASTM C494.

Based on the research results, the addition of 1% Type F additive successfully enhanced the concrete compressive strength when using 1–2 cm coarse aggregate. However, it resulted in a slightly lower compressive strength for the 2–3 cm coarse aggregate compared to normal concrete. Nevertheless, all tested concrete variations successfully achieved the target strength of 20 MPa. At 7 days of age, concrete with 1–2 cm aggregate produced higher compressive strength than concrete with 2–3 cm aggregate; normal concrete with 1–2 cm aggregate achieved an average compressive strength of 22.060 MPa, while the 2–3 cm aggregate only reached 9.522 MPa. At 28 days of age, all concrete variations exhibited an increase in compressive strength. Normal concrete reached an average compressive strength of 24.134 MPa for 1–2 cm aggregate and 28.754 MPa for 2–3 cm aggregate. Meanwhile, concrete with 1% superplasticizer yielded an average compressive strength of 27.716 MPa for 1–2 cm aggregate and 27.622 MPa for 2–3 cm aggregate.

Keywords: *Normal concrete, concrete compressive strength, Type F additive, superplasticizer, target strength.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton normal dengan mutu rencana f'_c 20 MPa, kuat tekan beton dengan penambahan aditif tipe f (*superplasticizer*) sebesar 1%, serta membandingkan keduanya. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm. Pengujian meliputi pengujian slump dan uji kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Penelitian ini bersifat komparatif, yaitu membandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah (aditif) tipe F pada mutu rencana f'_c 20 MPa. Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000, sedangkan pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011. Aditif tipe F yang digunakan diklasifikasikan sebagai *High Range Water Reducing Admixture* sesuai dengan ASTM C494.

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan aditif tipe f sebesar 1% mampu meningkatkan kuat tekan beton pada agregat batu 1-2, namun menghasilkan kuat tekan yang sedikit lebih rendah pada agregat batu 2-3 dibandingkan beton normal. Seluruh variasi beton yang diuji telah memenuhi kuat tekan rencana sebesar 20 MPa. Berdasarkan hasil penelitian, beton dengan agregat batu 1-2 menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton dengan agregat batu 2-3 pada umur 7 hari. Beton normal batu 1-2 memiliki kuat tekan rata-rata 22,060 MPa, sedangkan batu 2-3 hanya mencapai 9,522 MPa. Pada umur 28 hari, seluruh variasi beton mengalami peningkatan kuat tekan. Beton normal menghasilkan kuat tekan rata-rata 24,134 MPa untuk batu 1-2 dan 28,754 MPa untuk batu 2-3, sedangkan beton dengan superplasticizer 1% menghasilkan kuat tekan rata-rata 27,716 MPa untuk batu 1-2 dan 27,622 MPa untuk batu 2-3.

Kata kunci: Beton normal, kuat tekan beton, aditif tipe f, superplasticizer, mutu rencana.

PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur seperti gedung, jembatan, dan jalan. Beton tersusun dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang mengalami proses hidrasi sehingga mengeras dan memiliki kekuatan tertentu. Kekuatan beton yang paling umum digunakan sebagai parameter mutu adalah kuat tekan. Mutu beton $f_c'20$ MPa merupakan mutu beton yang banyak digunakan pada konstruksi bangunan sederhana hingga menengah. Berdasarkan ketentuan Badan Standardisasi Nasional dalam SNI 2847, kuat tekan beton ditentukan berdasarkan hasil pengujian benda uji silinder pada umur 28 hari. Penggunaan aditif tipe F diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton karena mampu menurunkan faktor air semen dan menghasilkan beton yang lebih padat. Namun, perlu dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan aditif tipe F terhadap kuat tekan beton normal tanpa bahan tambah.

LANDASAN TEORI

Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang mengalami proses hidrasi sehingga mengeras dan memiliki kekuatan tertentu. Beton banyak digunakan dalam konstruksi karena memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, serta relatif ekonomis. Sedangkan menurut Badan Standardisasi Nasional dalam SNI 2847, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat.

Material Penyusun Beton

1. Semen
Semen merupakan bahan pengikat hidrolis yang akan bereaksi dengan air melalui proses hidrasi dan membentuk pasta semen yang mengikat agregat. Jenis semen yang umum digunakan adalah semen *Portland Composite Cement (PCC)*.

2. Agregat Halus
3. Agregat Kasar
4. Air

Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan selain semen, air, dan agregat yang ditambahkan kedalam campuran beton sebelum atau selama pencampuran untuk mengubah sifat beton.

Menurut *ASTM* Internasional, bahan tambah kimia dibagi menjadi beberapa tipe, salah satunya adalah tipe f.

1. Aditif Tipe F

Aditif tipe F adalah *high range water reducer (HRWR)* atau *superplasticizer* yang berfungsi mengurangi kebutuhan air dalam jumlah besar tanpa mengurangi *workability* beton.

Fungsi aditif tipe F antar lain :

1. Meningkatkan *workability* beton
2. Mengurangi faktor air semen
3. Meningkatkan kuat tekan beton
4. Menghasilkan beton dengan kepadatan lebih baik.
5. Penggunaan aditif tipe F umumnya berkisar antara 0,5%-1,5% dari berat semen, tergantung spesifikasi produk.

Mutu Beton

Mutu beton menunjukkan kekuatan tekan karakteristik beton pada umur 28 hari. Dalam penelitian ini digunakan mutu $f_c'20$ Mpa. Menurut Badan Standardisasi Nasional dalam SNI 2847-2019, kuat tekan beton (f_c) adalah kuat tekan silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada umur 28 hari.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton dalam menerima beban tekan per satuan luas. Nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Faktor air semen
2. Kualitas material
3. Proses pencampuran
4. Pemadatan
5. Perawatan (*curing*)
6. Umur beton

Rumus kuat tekan beton :

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

Keterangan:

$F'c$ = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

Umur Beton

Kuat tekan beton bertambah seiring bertambahnya umur beton. Umur beton yang umum digunakan untuk pengujian adalah :
7 hari (kekuatan awal)

28 hari (kekuatan rencana)

Pada umur 28 hari, beton biasanya telah mencapai kekuatan rencana yang ditetapkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Penelitian ini bersifat komparatif, yaitu membandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah (aditif) tipe F pada mutu rencana $f'c$ 20 MPa.

Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini mengacu pada SNI 7656:2012, sedangkan pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011. Aditif tipe F yang digunakan diklasifikasikan sebagai *High Range Water Reducing Admixture* sesuai dengan ASTM C494.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di PT. Karya Halim Sampoerna, Jln Lingkar Luar, Km 4,6 No.88 Palangka Raya.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen jenis *Portland Composite Cement* (PCC) Merk Gresik.
- Agregat halus (pasir).
- Agregat kasar (batu pecah ukuran 1-2 dan 2-3).

d. Air bersih

e. Aditif tipe f (*superplasticizer*)

Alat Penelitian

A. Alat Pengujian Material :

- Saringan (analisis gradasi)
- Oven
- Timbangan digital
- Piknometer (botol pikno)
- Gelas ukur
- Cawan
- Alat uji kadar air
- Alat uji berat isi agregat

B. Alat Pembuatan Beton

- Molen / mesin pengaduk
- Cetakan silinder beton ($\varnothing$ 15 cm x 30 cm)
- Tongkat pemadat
- Ember dan sekop

C. Alat Penguji Beton

- Alat uji *slump*
- Mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*)

Variabel Penelitian

Variabel Bebas : Penggunaan aditif tipe f.

Variabel terikat : Kuat tekan beton (MPa).

Variabel kontrol :

- Mutu beton $f'c$ 20 MPa
- Faktor air semen
- Jenis semen
- Metode pencampuran
- Umur beton (7 dan 28 hari)
- Ukuran benda uji (silinder 15 x 30 cm)

Jumlah Benda Uji

- Beton Normal Batu 1-2 :
 - 3 sampel umur 7 hari
 - 3 sampel umur 28 hari
- Beton Dengan Aditif Tipe F Batu 1-2 :
Persentase penggunaan aditif 1%
 - 3 sampel umur 7 hari
 - 3 sampel umur 28 hari
 Total = 12 benda uji silinder
- Beton Normal Batu 2-3:
 - 3 sampel umur 7 hari
 - 3 sampel umur 28 hari
- Beton Dengan Aditif Tipe F Batu 2-3
Persentase penggunaan aditif 1%
 - 3 sampel umur 7 hari
 - 3 sampel umur 28 hari

Total : 12 benda uji
Total keseluruhan benda uji sebanyak :
24 benda uji silinder.

Prosedur Penelitian

1. Perancangan campuran beton mutu f'_c 20 MPa
2. Pembuatan campuran beton normal.
3. Pengujian material (gradasi, berat jenis, kaar air)
4. Pembuatan beton dengan aditif tipe F.
5. Uji slump Normal
6. Perencanaan benda uji silinder.
7. Perawatan (curing) selama 7 dan 28 hari.
8. Pengujian kuat tekan.
9. Analisis dan perbandingan hasil.

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian digunakan untuk menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian secara sistematis mulai dari tahap persiapan hingga kesimpulan dan saran.

Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Studi literatur berdasarkan teori beton dan standar dari Badan Standardisasi Nasional (SNI).
- b. Persiapan alat dan bahan penelitian.
- c. Pengujian sifat fisik material: pasir, batu 1-2 dan 2-3 Ex maduhara meliputi berat jenis, kadar air, dan gradasi agregat.
- d. Perencanaan campuran beton (mix design) sesuai mutu rencana.
- e. Pembuatan benda uji beton normal dan beton dengan penambahan aditif tipe F (*Superplasticizer*), sumber SNI-2493-2011
- f. Pengujian slump beton segar meliputi :
 1. Kelecekan (*workability*)
 2. Kebutuhan Air
 3. Kohesi
 4. Segregasi
 5. Bleeding

Bleding adalah kelaurnya air ke permukaan beton segar setelah proses.
- g. Perawatan (curing) benda uji selama 7 dan 28 hari.
- h. Pengujian kuat tekan beton.
- i. Analisis data hasil pengujian
- j. Kesimpulan dan Saran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh bahan tambah aditif tipe F. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan terbagi dalam 2 bagian yaitu pengujian pendahuluan (ujia material) dan pengujian inti (Pengujian Kuat Tekan Beton).

Uji Material

Uji Material bertujuan untuk mengetahui data mengenai material yang akan digunakan. Data tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Analisis Saringan
2. Berat Jenis SSD
3. Penyerapan
4. Pengujian Agravat

Tabel 4. 1 Metode Pengujian Bahan Campuran

No	Pengujian	Metode
1.	Analisis Saringan Agregat	SNI 03-1968-1990
2.	Berat Jenis SSD	SNI 1970-2008
3.	Penyerapan (Absorpsi)	SNI 1970-2008

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus Ex Sungai Kahayan

(FA) Fine Aggregate					
A	Mass of SSD Sample in Air		A	B	AVERAGE
			500	500	500
B	Mass of Oven Dry Sample in Air	W1	494.9	494.1	494.5
C	Mass of Picnometre Filled with W	W2	724.7	664.9	694.8
D	Mass of Picnometre with Sample	W3	1034.6	975.0	1004.8
E	Bulk Specific Gravity	$\frac{W1}{(W2 + 500 - W3)}$	2.603	2.601	2.602
F	SSD Basis Specific Gravity	$\frac{500}{(W2 + 500 - W3)}$	2.630	2.632	2.631
G	Apparent Specific Gravity	$\frac{w1}{(w2 + w1 - w3)}$	2.675	2.685	2.68
H	Absorption	$\frac{(500 - w1)}{w1} \times 100$	1.030	1.194	1.112

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Kasar Ex Maduhara

(CA) Coarse Aggregate 1-2

			A	B	AVERAGE
A	Mass of Oven Dry Sample in Air	W1	1207,3	1162,9	1185,1
B	Mass of SSD Sample in Air	W2	1226	1180,2	1203,1
C	Mass Of SSD Sample in Water	W3	750,1	719,5	734,8
D	Bulk Specific Gravity	$\frac{W1}{W2 - W3}$	2,536	2,524	2,53
E	SSD Basic Specific Gravity	$\frac{W2}{W2 - W3}$	2,995	2,561	2,778
F	Apparent Specific Gravity	$\frac{W1}{W1 - W3}$	2,640	2,524	2,582
G	Absorption	$\frac{W2 - W1}{W1} \times 100$	1,548	1,487	1,518

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Agregat Kasar Ex dura

(CA) Coarse Aggregate 2-3

			A	B	AVERAGE
A	Mass of Oven Dry Sample in Air	W1	1351,2	1472,0	1411,6
B	Mass of SSD Sample in Air	W2	1362,2	1485,9	1424,1
C	Mass Of SSD Sample in Water	W3	871,3	947,4	909,4
D	Bulk Specific Gravity	$\frac{W1}{W2 - W3}$	2,752	2,733	2,743
E	SSD Basic Specific Gravity	$\frac{W2}{W2 - W3}$	2,774	2,759	2,767
F	Apparent Specific Gravity	$\frac{W1}{W1 - W3}$	2,815	2,805	2,81
G	Absorption	$\frac{W2 - W1}{W1} \times 100$	0,814	0,994	0,904

Perhitungan Campuran Beton (Mix Design)

Adapun prosedur perhitungan campuran beton dengan menggunakan acuan SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut:

1. Penetapan Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton yang direncanakan, ditentukan dengan kuat tekan beton umur 28 hari (f'_c). Kuat tekan beton yang diisyaratkan, ditentukan sesuai dengan syarat perencanaan strukturnya dan kondisi setempat. Direncanakan kuat tekan beton 20 MPa.

2. Penetapan Nilai Deviasi Standar (S)

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan atas tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaannya, semakin kecil nilai deviasi standarnya. Penelitian ini biasanya didasarkan atas hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu. Adapun nilai deviasi standar dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Deviasi Standar untuk Tingkat Pengendalian Mutu

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7
Tanpa Kendali	8.4

Sumber : SNI 03-2834-1993

3. Penetapan Nilai Tambah (Margin)

Jika nilai tambah (M) dihitung berdasarkan nilai deviasi standar yang dipilih, margin (M) dapat dihitung dengan rumus $M = k \times S$, dengan $k = 1.64$ (merupakan tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5 %).

$$\begin{aligned} M &= k \times S \\ &= 1.64 \times 5.6 \\ &= 9.184 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4. Kekuatan Rata-rata yang Ditargetkan

Batu 1-2

$$\begin{aligned} - F'_c &= 20 \text{ MPa} + 9.184 \text{ MPa} \\ &= 29.184 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Penetapan Jenis Semen

Semen PCC Merk Gresik

6. Jenis Agregat Kasar

Batu Pecah Ex Maduhara

Jenis Agregat Halus

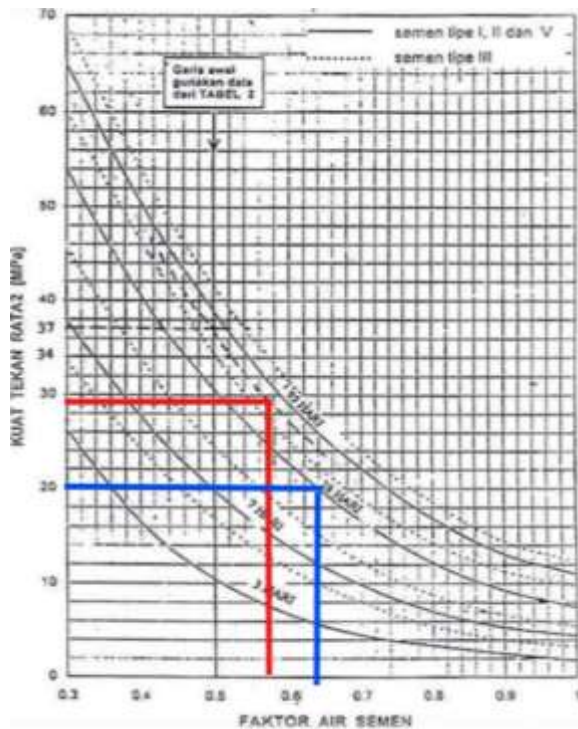
Pasir Ex sungai kahayan

7. Faktor Air – Semen Bebas

Dari grafik 4.1, garis warna orange. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm), dengan kuat tekan rata-rata, maka didapat $f_{a.s} = 0,58$,

:  Tabel 4.10, Nomor 4 Kekuatan rata-rata yang ditargetkan yaitu = 29,184.

:  Tabel 4.10, Nomor 1 Kuat tekan yang diisyaratkan (pada umur 28 hari) yaitu = 20 MPa.



Grafik 4.1 Hubungan Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm).
Sumber : SNI 03-2834-2000.

1. Faktor Air – Semen Maksimum

Dari grafik 4.1, garis warna biru. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm), dengan kuat tekan yang didapat **f.a.s = 0,64**

2. Slump

Slump = **60-180**

3. Kadar Air Bebas

Dari tabel 4.6, perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton, dengan ukuran besar butir agregat maksimum 20 mm dan jenis agregat batu pecah, dengan slump 60-180 mm, maka jumlah kadar air bebas = 225 liter.

Dari tabel 4.6, perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa

tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton, dengan ukuran besar butir agregat maksimum 40 mm dan jenis agregat batu pecah, dengan slump 60-180 mm, maka jumlah kadar air bebas = 205 liter.

Tabel 4.6 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI 03-2834-2000

1. Kadar Semen

Aggregat 1-2 Batu Pecah

$$\begin{aligned}\text{Kadar Semen} &= \text{kadar air bebas} / \text{fas} \\ &= 225 / 0.58 \\ &= 387,93 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Aggregat 2-3 Batu Pecah

$$\begin{aligned}\text{Kadar Semen} &= \text{kadar air bebas} / \text{fas} \\ &= 205 / 0.64 \\ &= 353,45 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

2. Kadar Semen Maksimum

Nilai yang diambil merupakan nilai yang paling besar antara jumlah semen dan jumlah semen minimum, maka untuk aggregate 20 mm didapat kadar semen maksimum = $387,93 \text{ kg/m}^3$, dan aggregate 40 mm kadar semen maksimum = $353,45 \text{ kg/m}^3$

3. Kadar Semen Minimum

Dari tabel 4.7, persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus, dengan keadaan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka didapat kadar semen minimum = 325 kg/m^3

Tabel 4.7 Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif	275	0.60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0.60
Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar		Lihat Tabel 6
b. air laut		

Sumber : SNI 03-2834-2000

4. F.a.s Yang Disesuaikan Agregat 1-2 Batu Pecah

F.a.s yang disesuaikan = kadar air bebas / kadar semen

$$= 225/387.93$$

$$= 0,58$$

Agregat 2-3 Batu Pecah

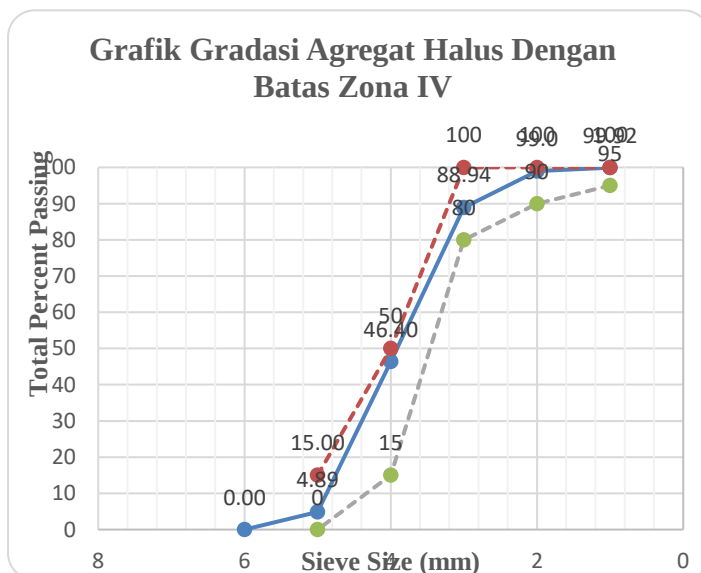
F.a.s yang disesuaikan = kadar air bebas / kadar semen

$$= 205/353.45$$

$$= 0,58$$

5. Susunan Butir Agregat Halus

Grafik 4.2, Agregat Halus Masuk daerah zona IV



Tabel 4.8 Hasil uji gradasi aggregate halus

Ukuran (mm)	% Lolos Hasil Uji	Batas Atas Zona IV	Batas Bawah Zona IV
2,36 mm	99,92	100	95
1,18 mm	99,0	100	90
0,60 mm	88,94	100	80
0,30 mm	46,40	50	15
0,15 mm	4,89	15,00	0

8. Jumlah persentase agregat halus

Berdasarkan hasil analisa saringan gabungan, maka didapat jumlah persentase agregat halus = 33%.

9. Berta Jenis SSD Agregat Gabungan Agregat Kasar 1-2

$$\begin{aligned} \text{Bj.SSD} &= [(\% \text{ ag halus}) \times (\text{Bj ag halus})] + [(\% \text{ ag kasar}) \times (\text{Bj ag kasar})] \\ &= (33 \times 2,631) + (67 \times 2,778) \\ &= 2,73 \end{aligned}$$

Agregat Kasar 2-3

$$\begin{aligned} \text{Bj.SSD} &= [(\% \text{ ag halus}) \times (\text{Bj ag halus})] + [(\% \text{ ag kasar}) \times (\text{Bj ag kasar})] \\ &= (33 \times 2,631) + (67 \times 2,767) \\ &= 2,72 \end{aligned}$$

10. Berat Isi Beton

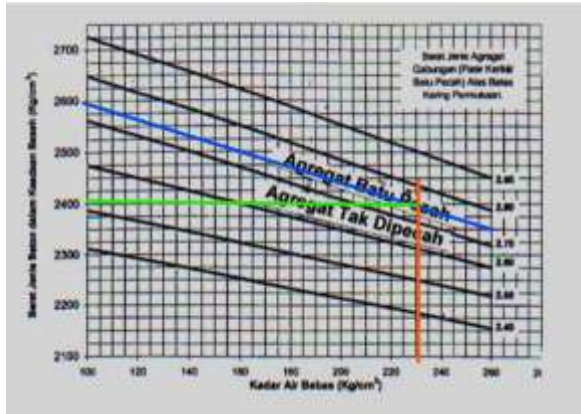
a. Agregat Kasar 20 mm

Menentukan berat volume beton segar menggunakan grafik 4.3, sesuai dengan jumlah kadar air bebas = 225 liter berat jenis relative, aggregate (kering permukaan) = 2.73. Dari grafik didapat berat volume beton segar = 2400 kg/m³

— : dari tabel 4.9 no 18
berat jenis relatif aggregate (kering permukaan).

— : dari tabel 4.9 no 11
kadar air bebas

— : ditarik dari tengah antara garis biru dan orange ke kiri untuk menentukan volume beton segar.

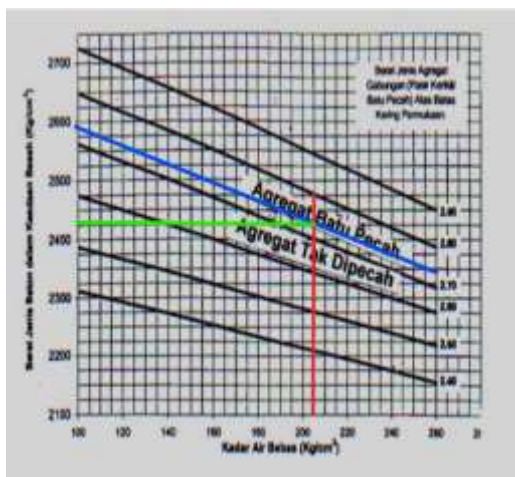


Grafik 4.3 perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan
Sumber : SNI 03-2834-2000

b. Agregat Kasar 40 mm

Menentukan berat volume beton segar menggunakan grafik 4.3, sesuai dengan jumlah kadar air bebas = 205 liter dan berat jenis relative, aggregate (kering permukaan) = 2.72. Dari grafik didapat berat volume beton segar = 2420 kg/m^3

- : dari tabel 4.11 no 18 berat jenis relatif aggregate (kering permukaan)
- : dari tabel 4.11 no 11 kadar air bebas
- : ditarik dari tengah antara garis biru dan oranye ke kiri untuk menentukan volume beton segar



Grafik 4.4 perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan
Sumber : SNI 03-2834-2000

11. Berat Agregat Gabungan

Agregat Kasar 1-2

Berat agregat gabungan = Berati isi beton (kadar air bebas + kadar air semen)
 $= 2400 - (225 + 387.93)$
 $= 1787,07 \text{ kg/m}^3$

Agregat Kasar 2-3

Berat agregat gabungan = Berati isi beton (kadar air bebas + kadar air semen)
 $= 2420 - (205 + 353,45)$
 $= 1861,55 \text{ kg/m}^3$

12. Berat Agregat Halus

Agregat Halus 1-2

Berat agregat halus = $33\% \times 1787,07$
 $= 589,73 \text{ kg/m}^3$

Agregat Halus 2-3

Berat agregat halus = $33\% \times 1861,55$
 $= 614,31 \text{ kg/m}^3$

13. Berat Agregat Kasar

Agregat Kasar 1-2

Berat agregat kasar = $1787,07 - 589,73$
 $= 1997,34 \text{ kg/m}^3$

Agregat Kasar 2-3

Berat agregat kasar = $1861,55 - 614,31$
 $= 247,42 \text{ kg/m}^3$

14. Untuk 1 m3 Sebelum Dikoreksi

Komposisi campuran Agregat 1-2

Semen = $387,93 \text{ kg}$
 Air = 225 liter
 Pasir = $589,73 \text{ kg}$
 Batu 1-2 = $1197,34 \text{ kg}$

Komposisi campuran Agregat 2-3

Semen = $353,45 \text{ kg}$
 Air = 205 liter
 Pasir = $619,77 \text{ kg}$
 Batu 2-3 = $1287,68 \text{ kg}$

15. Untuk 1 m3 Setelah Dikoreksi

Koreksi kebutuhan bahan :

Pasir : kadar air = $2,631\%$;
 penyerapan = $1,112\%$

Batu 1-2 : kadar air = $2,778\%$;
 penyerapan = $1,517\%$

Batu 2-3 : kadar air = $2,767\%$;
 penyerapan = $0,758\%$

Maka komposisi menggunakan batu 1-2 :

Pasir = $[(\text{kadar air} - \text{penyerapan}) \times \text{berat pasir}] / 100$
 $= [(2 - 1,112) \times 589,73]$
 $/ 100$
 $= 5,23$

$$\begin{aligned}\text{Batu 1-2} &= [(\text{kadar air} - \text{penyerapan}) \times \text{berat batu}] / 100 \\ &= [(4 - 1,517) \times 1197,34] / 100\end{aligned}$$

$$= 15,56$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= (5,23 + 15,56) \\ &= 20,79\end{aligned}$$

Berdasarkan keadaan tersebut diatas, untuk 1 m³ setelah dikoreksi :

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 387,93 \text{ kg (tetap)} \\ \text{Air} &= 225 - 20,79 = 204,4\end{aligned}$$

kg/liter

$$\text{Pasir} = 589,73 + 5,23 =$$

594,96 kg

$$\begin{aligned}\text{Batu 1-2} &= 1197,34 + 15,56 \\ &= 1212,9 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka komposisi menggunakan batu 2-3 :

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= [(\text{kadar air} - \text{penyerapan}) \times \text{berat pasir}] / 100 \\ &= [(2 - 0,758) \times 614,31] / 100\end{aligned}$$

$$= 5,46$$

$$\begin{aligned}\text{Batu 2-3} &= [(\text{kadar air} - \text{penyerapan}) \times \text{berat batu}] / 100 \\ &= [(4 - 0,758) \times 1247,24] / 100\end{aligned}$$

$$= 40,44$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= (5,46 + 40,44) \\ &= 45,9\end{aligned}$$

$$= 45,9$$

Berdasarkan keadaan tersebut diatas, untuk 1 m³ setelah dikoreksi :

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 353,45 \text{ kg (tetap)} \\ \text{Air} &= 205 - 45,9 \\ &= 159,11 \text{ kg/liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= 614,31 + 5,46 = \\ 594,96 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batu 2-3} &= 1247,24 + 40,44 \\ &= 1287,68 \text{ kg}\end{aligned}$$

16. Menghitung Volume 1 Silinder

$$\text{Diameter} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 30 \text{ cm}$$

$$r = 15/2 = 7.5 \text{ cm}$$

$$V = 3.14 \times (7.5) \times 30$$

$$V = 3.14 \times 56.25 \times 30$$

$$V = 5298.75 \text{ cm}^2$$

$$V = 0.0052 \text{ m}^3 / 1 \text{ silinder}$$

Proses pengadukan beton menggunakan *concrete mixer* (molen) dilakukan dalam satu siklus, dengan kapasitas total adukan yang dirancang cukup untuk memenuhi

kebutuhan enam buah benda uji silinder (15 x 30 cm).

$$\text{Maka : } 0.0052 \text{ m}^3 \times 6 = 0.0312 \approx 0.04$$

17. Volume Masing-masing Bahan Untuk 6 Silinder

$$\begin{aligned}\text{Ukuran silinder} &: D \ 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m} : \text{tinggi} = 30 \text{ cm} = 0.30 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 6 silinder} &= 0.0052 \text{ m}^3 \times 6 = 0.0312 \text{ m}^3 \approx 0.04 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Volume untuk masing-masing bahan menggunakan batu 1-2 :

$$\text{Semen} = 387.93 \times 0.04 = 15.517 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 204.4 \times 0.04 = 8.176 \text{ kg/liter}$$

$$\text{Pasir} = 594.96 \times 0.04 = 23.79 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1212.9 \times 0.04 = 48.516 \text{ kg}$$

$$\text{Aditif} = 387.93 \times 0.04 \times 1\% = 0.155 \text{ ml}$$

Volume untuk masing-masing bahan menggunakan batu 2-3 :

$$\text{Semen} = 353,45 \times 0.04 = 14,138 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 159,11 \times 0.04 = 6,364 \text{ kg/liter}$$

$$\text{Pasir} = 619,77 \times 0.04 = 24,790 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1287,68 \times 0.04 = 51,507 \text{ kg}$$

$$\text{Aditif} = 353,45 \times 0,04 \times 1\% = 0,144 \text{ ml}$$

Adapun tabel rancangan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.9 - 4.12.

Tabel 4.9 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton Batu 1-2 cm (20 mm)

NO	URAIAN	NILAI
1	Kuat tekan yang diisyaratkan (pada umur 28 hari)	20 Mpa
2	deviasi standar	5,6 Mpa
3	nilai tambah (margin)	$k=1,64 \times 5,6=9,184$ Mpa
4	kekuatan rata-rata yang ditargetkan	$1+3 = 29,184$ Mpa
5	jenis semen	(PCC) Merk Gresik
6	jenis agregat : kasar	Batu pecah 1-2
	jenis agregat : halus	Pasir (Ex.Kahayan)
7	faktor air -semen bebas	0,58
8	faktor air - semen maksimum	0,64
9	slump	60-180
10	ukuran agregat maksimum	20 mm
11	kadar air bebas	225
12	kadar semen	387,93
13	kadar semen maksimum	387,93
14	kadar semen minimum	Tabel 4.6 = 325
15	faktor air - semen yang disesuaikan	0,58
16	susunan besar butir agregat halus	daerah gradasi susunan butir IV
17	jumlah persentase agregat halus	33,00%
18	berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	2,73
19	berat isi beton	2400
20	berat agregat gabungan	1787,07
21	berat agregat halus	589,73
22	berat agregat kasar	1197,34

Tabel 4.10 Komposisi Material untuk Benda Uji Beton

Komposisi Campuran					
	Semen	Air (Kg/Lt)	Halus (kg)	Kasar (kg)	Aditif (ml)
Tiap m3	387,93	225	589,73	1197,34	1%
Terkoreksi kadar air penyerapan	387,93	204,4	594,96	1212,9	0,155

Tabel 4.11 Perhitungan Perencanaan Campuran Batu 2-3 cm (40 mm)

NO	URAIAN	NILAI
1	Kuat tekan yang diisyaratkan (pada umur 28 hari)	20 Mpa
2	deviasi standar	5,6 Mpa
3	nilai tambah (margin)	$k=1,64 \times 5,6=9,184$ Mpa
4	kekuatan rata-rata yang ditargetkan	$1+3 = 29,184$ Mpa
5	jenis semen	(PCC) Merk Gresik
6	jenis agregat : kasar	Batu pecah 2-3
	jenis agregat : halus	Pasir (Ex.Kahayan)
7	faktor air -semen bebas	0,58
8	faktor air - semen maksimum	0,64
9	slump	60-180
10	ukuran agregat maksimum	40 mm
11	kadar air bebas	205
12	kadar semen	353,45
13	kadar semen maksimum	353,45
14	kadar semen minimum	Tabel 4.6 = 325
15	faktor air - semen yang disesuaikan	0,58
16	susunan besar butir agregat halus	daerah gradasi susunan butir IV
17	jumlah persentase agregat halus	33,00%
18	berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	2,72
19	berat isi beton	2420
20	berat agregat gabungan	1861,55
21	berat agregat halus	614,31
22	berat agregat kasar	1247,24

Tabel 4.12 Komposisi Material untuk Benda Uji Beton

Komposisi Campuran					
	Semen	Air (Kg/Lt)	Halus (kg)	Kasar (kg)	Aditif (ml)
Tiap m3	353,45	205	614,31	1247,24	1%
Terkoreksi kadar air penyerapan	353,45	159,11	619,77	1287,68	0,141

Proses Pencampuran Beton

Adapun proses pembuatan beton adalah sebagai berikut :

1. Siapkan cetakan silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm. Cetakan terlebih dahulu diolesi oli agar mudah dilepas dari betonnya, kemudian diletakkan di atas bidang yang rata dan tidak menyerap air.
2. Memasukkan semen, pasir, kerikil dan air sesuai pada perhitungan mix desain kedalam molen yang diputar dengan mesin hingga campuran tersebut homogen.
3. Adukan beton untuk benda uji harus diambil langsung dari mesin pengaduk dengan menggunakan cetok.
4. Adukan beton diisikan ke dalam cetakan dalam 3 lapis yang kira-kira sama tebalnya, dimana masing-masing lapis ditusuk-tusuk 25 kali dengan tongkat baja berdiameter 16 mm dengan ujung dibulatkan. Setelah cetakan penuh, bagian tepi cetakan disosok dengan cetok agar sisi tepi beton benar-benar padat. Apabila beton sudah padat, permukaan beton diratakan.
5. Benda uji yang baru dicetak harus disimpan di tempat yang bebas dari getaran dan dibiarkan selama 24 jam, bila beton sudah mengeras kemudian cetakan dilepas secara hati-hati.
6. Masing-masing benda uji diberi tanda dan disimpan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, beton dengan agregat batu 1–2 menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton dengan agregat batu 2–3 pada umur 7 hari. Beton normal batu 1–2 memiliki kuat tekan rata-rata 22,060 MPa, sedangkan batu 2–3 hanya mencapai 9,522 MPa. Perbedaan ini disebabkan oleh ukuran agregat batu 1–2 yang menghasilkan susunan campuran lebih padat sehingga ikatan antara pasta semen dan agregat menjadi lebih baik.

Penambahan superplasticizer 1% meningkatkan kuat tekan beton pada umur 7 hari menjadi 24,134 MPa untuk batu 1–2 dan 19,043 MPa untuk batu 2–3. Hal ini menunjukkan bahwa superplasticizer mampu

memperbaiki workability dan kepadatan beton sehingga kuat tekan meningkat, terutama pada campuran yang menggunakan agregat batu 2–3.

Pada umur 28 hari, seluruh variasi beton mengalami peningkatan kuat tekan. Beton normal menghasilkan kuat tekan rata-rata 24,134 MPa untuk batu 1–2 dan 28,754 MPa untuk batu 2–3, sedangkan beton dengan superplasticizer 1% menghasilkan kuat tekan rata-rata 27,716 MPa untuk batu 1–2 dan 27,622 MPa untuk batu 2–3. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses hidrasi semen terus berlangsung sehingga kuat tekan beton bertambah seiring bertambahnya umur beton.

Berdasarkan hasil pengujian umur 7 hari, penggunaan superplasticizer 1% tidak diperlukan pada beton dengan agregat batu 1–2 karena beton normal telah melampaui kuat tekan rencana. Namun, pada beton dengan agregat batu 2–3, penggunaan superplasticizer disarankan karena mampu meningkatkan kuat tekan hingga mendekati kuat tekan rencana.

Dari segi konstruksi jalan, penggunaan superplasticizer 1% dapat menjadi alternatif untuk mempercepat pencapaian kuat tekan pada umur awal sehingga jalan dapat difungsikan lebih cepat dan mengurangi gangguan lalu lintas. Namun, apabila beton normal telah memenuhi kuat tekan yang disyaratkan, penggunaan bahan tambah perlu dipertimbangkan kembali agar biaya konstruksi tetap ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Internasional.(2019).*ASTM C494/C494M-19 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*.West Conshohocken,PA:ASTM Internasional
- Badan Standardisasi Nasional.(2011).SNI 1974 : 2011 -Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder
- Badan Standardisasi Nasional.(2019).SNI 2847:2019 – Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung,Jakarta:BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 – Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.Jakarta:BSN.

- CV. Maha Karya Samudera.(2025).Peningkatan Jalan Lele,Sarang Pungau,Bukit Raya XV (*Silpa Treasuri Deposit Facility – TDF*).CV.Maha Karya Samudera.
- I Suryani, I., Wijaya, H., & Setiawan, A. (2024). Evaluasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Karakteristik Tinggi untuk Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*). *Jurnal Transportasi dan Konstruksi*, 6(1), 45-52.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Spesifikasi Umum Mutu Beton untuk Jalan dan Jembatan (Divisi 7)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Mulyono,T (2004).Teknologi Beton.Yogyakarta:Andi.
- Prasetyo, A., & Utomo, B. (2023). Pengaruh Penggunaan *Superplasticizer* Tipe F terhadap Sifat Mekanis dan Durabilitas Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 11(2), 85-94.
- Pengaruh Penggunaan *Superplasticizer* Tipe F terhadap Sifat Mekanis dan Durabilitas Beton Mutu Tinggi," *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, vol. 11, no. 2, pp. 85-94, 2023.
- Spesifikasi Standar ASTM C494-1986 – Untuk Campuran Kimia Untuk Beton
- Suryani, H. Wijaya, and A. Setiawan, "Evaluasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Karakteristik Tinggi untuk Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)," *Jurnal Transportasi dan Konstruksi*, vol. 6, no. 1, pp. 45-52, 2024.
- Tjokrodinuljo,K.(2007). Teknologi Beton.Yogyakarta:Biro Penerbit KMTS FT UGM