

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian terhadap kolom langsing yang diperbaiki dengan menggunakan *fiber glass* diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kolom yang mengalami kerusakan akibat beban dengan variasi tingkat kerusakan rata-rata memiliki peningkatan beban setelah diperbaiki. Terlihat pada kolom dengan variasi tingkat kerusakan 60 % P max memiliki peningkatan beban maksimum paling tinggi yaitu sebesar 131,815 kN dibandingkan dengan kolom pembanding (P max) sebesar 107,949 kN atau dengan persentase peningkatan sebesar 18,113 %. Pada variasi tingkat kerusakan 80 % P max peningkatan beban maksimum yang mampu diterima kolom sangat kecil yaitu sebesar 114,266 kN dengan persentase peningkatan sebesar 5,531 % dibandingkan kolom pembanding (P max), hal ini disebabkan karena beban yang diterima kolom hampir mendekati tingkat kerusakan maksimum dari kolom pembanding (P max).
2. Perbaikan dengan menggunakan *fiber glass jacket* pada penelitian ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan kekakuan yang terjadi pada kolom, hal tersebut terlihat pada grafik dimana kolom yang diperbaiki berada di atas grafik kolom yang dibebani dengan variasi tingkat kerusakan.

3. Dengan eksentrisitas sebesar 60 mm pada saat pengujian, kolom mengalami retak halus pada sisi-sisinya seiring dengan bertambahnya beban yang diterima kolom. Hal tersebut menandakan kerusakan yang terjadi akibat keruntuhan tarik.
4. Penelitian dengan metode *jacket* menggunakan *fiber glass* akan efektif bila diterapkan pada kerusakan kolom dengan kategori kerusakan tingkat ringan dan kerusakan tingkat sedang dimana bangunan masih laik fungsi/huni.

6.2 Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti setelah melakukan pengujian adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian berikutnya dapat dilakukan penelitian perbaikan kolom langsing dengan pengaruhnya *fiber glass* terhadap momen dan geser yang terjadi setelah perbaikan
2. Peneliti mengharapkan adanya perbaikan kolom langsing dengan bahan ataupun metode lain.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba pada kolom langsing berbentuk lingkaran atau bulat.

DAFTAR PUSTAKA

Nugroho, Hestu., 2013, *Perkuatan Kolom Beton Bertulang Dengan Fiber Glass Jacket Yang Dibebeani Konsentrik*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Nawy,Edward G.,1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerjemah Suryoatmojo,B., Penerbit Eresco, Bandung.

Soenaryo, A., H.Taufik M., dan Siswanto Hendra., 2009, Perbaikan Kolom Beton Bertulang Menggunakan Concrete Jacketing Dengan Prosentase Beban Runtuh Yang Bervariasi, *Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Brawijaya Malang*, vol 3, no.2, pp. 91-100.

Sitepu, Christian Mukti Tama., 2014, *Perkuatan Kolom Langsing Beton Bertulang Dengan Fiber Glass Jacket Pada Kondisi Keruntuhan Tekan Dan Tarik*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*

http://en.wikipedia.org/wiki/Fibre-reinforced_plastic, **diakses tanggal 25 Maret 2014.**

<http://fcfibreglass.com/fiberglass-serat-kaca/>, **diakses tanggal 25 Maret 2014**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN *SPLIT*

Bahan : *Split*
Asal : *Clereng, Wates*
Diperiksa : 12 Juni 2014

DAFTAR AYAKAN

No. Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ Berat Tertahan (gram)	Persentase Σ Berat Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
¾"	574	574	0	0	0	100
½"	460	464	4	4	0.4	99.6
3/8"	464	566	102	106	10.6	89.4
No. 4	414	748	334	440	44	56
No. 8	328	813	485	925	92.5	7.5
No. 30	295	351	56	981	98.1	1.9
No. 50	294	296	2	983	98.3	1.7
No. 100	286	289	3	986	98.6	1.4
No. 200	339	342	3	989	98.9	1.1
Pan	376	387	11	1000	100	0
Total			1000	-	641,4	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{641,4}{100} = 6,414$$

Kesimpulan: MHB *split* $6 \leq 6,414 \leq 7,1$ Syarat terpenuhi (OK)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM SPLIT

- I. Waktu Pemeriksaan: 12 Juni 2014
- II. Bahan
- Split* kering tungku asal : Clereng, Berat: 100 gram
 - Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
- Pan
 - Timbangan
 - Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - Air tetap jernih setelah 2 kali pencucian dalam air
 - Split*+pan masuk tungku tanggal 13 Juni 2014 jam 13.00 WIB
- IV. Hasil
- Setelah pasir keluar tungku tanggal 14 Juni 2014 jam 13.00 WIB
- Berat pan+*split* = 215,34 gram
 - Berat piring kosong = 116,34 gram
 - Berat *split* = 99 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 99}{100} \times 100\% = 1\%$$

Kesimpulan: Kandungan lumpur $1\% \leq 1\%$, Syarat terpenuhi (OK)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

Bahan : *Split*
Asal : *Clereng, Wates*
Diperiksa : 12 Juni 2014

GradasiSaringan		NomorContoh
		I
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>BeratMasing-MasingAgregat</i>
$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	2500 gram
$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	2500 gram

NomorContoh	I
Beratsebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No.12 (B)	3744 gram
Berat sesudah (A)-(B)	1256 gram
Keausan = $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	25,12 %
Keausan Rata-rata	25,12 %

Kesimpulan: Keausan agregat kasar 25,12% < 40%, Syarat terpenuhi (OK)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Clereng, Wates
Diperiksa : 12 Juni 2014

DAFTAR AYAKAN

No. Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ Berat Tertahan (gram)	Persentase Σ Berat Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
¾"	574	574	0	0	0	100
½"	460	460	0	0	0	100
3/8"	464	464	0	0	0	100
No. 4	414	425	11	11	1.1	98.9
No. 8	328	378	50	61	6.1	93.9
No. 30	295	349	54	115	11.5	88.5
No. 50	294	634	340	455	45.5	54.5
No. 100	286	605	319	774	77.4	22.6
No. 200	339	536	197	971	97.1	2.9
Pan	376	405	29	1000	100	0
Total			1000	-	338.7	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{338,7}{100} = 3,387$$

Kesimpulan: MHB pasir $1,5 \leq 3,387 \leq 3,8$ Syarat terpenuhi (OK)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Sungai Progo
Diperiksa : 12 Juni 2014

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500 gram
B	Berat Contoh Kering	487 gram
C	Berat Labu+Air, Temperatur 25°C	687 gram
D	Berat Labu+Contoh (SSD)+ Air, Temperatur 25°C	1006 gram
E	Berat Jenis $Bulk = \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,7624
F	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan(SSD) = $\frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,6906
G	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,8988
H	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	2,6694%
I	Berat Jenis Rerata	2,8306

Kesimpulan: Berat jenis pasir $2,4 < 2,8306 < 2,9$, Syarat terpenuhi (OK)



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT*

Bahan : *Split*
Asal : Clereng
Diperiksa : 12 Juni 2014

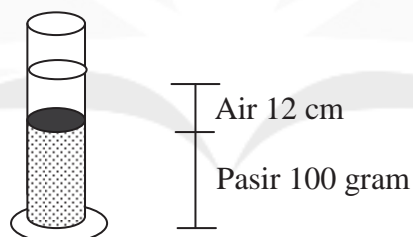
	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	982 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	999 gram
C	Berat Contoh Dalam Air	645 gram
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,6685
E	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,8220
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,9139
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100\%$	1,7311%
H	Berat Jenis Rerata	2,7907

Kesimpulan: Berat jenis *split* $2,4 < 2,7907 < 3$, Syarat terpenuhi (OK)



PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. WaktuPemeriksaan: 11 Juni 2014
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal : Sungai Progo, Berat: 100 gram
 - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Gelas ukur, ukuran: 250cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - d. Air tetap jernih setelah 6 kali pengocokan
 - e. Pasir+piring masuk tungku tanggal 11 Juni 2014 jam 13.00 WIB
- IV. Sketsa



- V. Hasil
- Setelah pasir keluar tungku tanggal 12 Juni 2014 jam 13.00 WIB
- a. Berat piring + pasir = 216 gram
 - b. Berat piring kosong = 117 gram
 - c. Berat pasir = 99,2 gram

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{100 - 99,2}{100} \times 100\% = 0,8\%$$

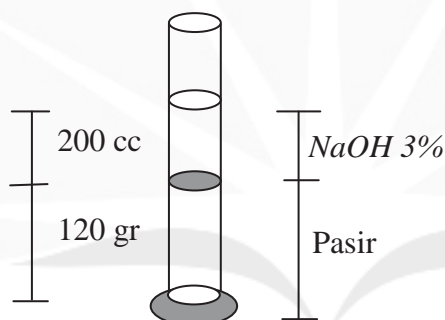
Kesimpulan: Kandungan lumpur $0,1\% \leq 5\%$, Syarat terpenuhi (OK)



PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu Pemeriksaan: 11 Juni 2014
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal: Sungai Progo, Volume: 120 gram
 - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat

Gelas ukur, ukuran: 250cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna *Gardner Standard Color* No. 5

TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL
(SNI 03-2834-1993)

No	Uraian	Tabel /Grafik/ Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	20 MPa
2	Tingkat pengendalian mutu	Ditetapkan	Memuaskan
3	Deviasi standar	Tabel 1	2,8 MPa
4	Nilai tambah	$1,64 \times 2,8 \text{ MPa}$	4,592 MPa
5	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	No. 1 + No. 4	$20 \text{ Mpa} + 4,592 \text{ Mpa} = 24,592 \text{ MPa}$
6	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe I
7	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah
8	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam
9	Faktor air semen bebas	Tabel 2	0,6
10	Faktor air semen bebas	Grafik 1	0,5764
11	Faktor air semen maksimum	No. 9 dan No. 10 diambil yang terkecil	0,5764
12	<i>Slump</i>	Tabel 3	75 mm -150 mm
13	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	10 mm
14	Kadar air bebas	Tabel 4, $\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk$	$\frac{2}{3} \times 225 + \frac{1}{3} \times 250 = 233,3333$ kg/m ³
15	Jumlah semen maksimum	No. 14 : No. 11	$233,3333 : 0,5764 = 404,8114$ kg/m ³
16	Jumlah semen minimum	Tabel 2	275 kg/m ³
17	Jumlah semen	No. 15 atau No. 16 diambil yang terbesar	404,8114 kg/m ³
18	Faktor air semen yang disesuaikan	No. 14 : No. 17	0,5764
19	Susunan besar butir agregat halus	Diketahui	Daerah 3
20	Persen agregat halus	Grafik 2	43,3333%
21	Berat jenis relatif, agregat	Diketahui	2,7311 kg/m ³

22	Berat isi beton	Grafik 3	2387,5 kg/m ³
23	Kadar agregat gabungan	No.22 – (No. 17 + No. 14)	2387,5 - (404,8114 + 233,333) = 1749,3553 kg/m ³
24	Kadar agregat halus	No. 20 x No. 23	43,3333% x 1749,3553 = 758,0534 kg/m ³
25	Kadar agregat kasar	No. 23 – No. 24	1749,3553 – 758,0534 = 991,3019 kg/m ³
26	Proporsi campuran	Semen	404,8114 kg/m ³
		Air	233,3333 kg/m ³
		Agregat halus	758,0534 kg/m ³
		Agregat Kasar	991,3019 kg/m ³

Tabel 1. Nilai Deviasi Standar Berdasarkan Tingkat Pengendalian Mutu Pelaksanaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Tabel 2. Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

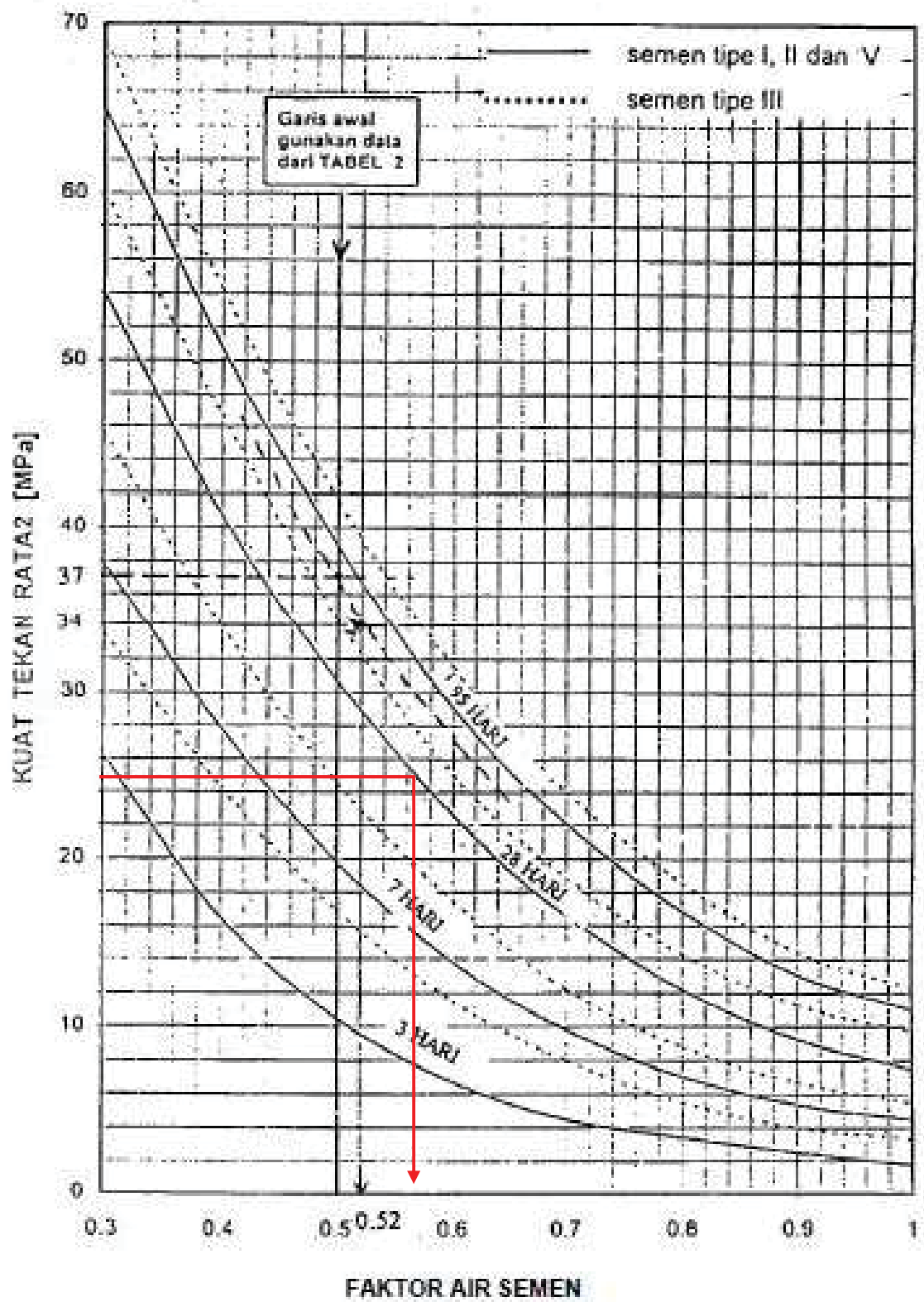
Lokasi	Jumlah semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor air semen
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi uap atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60

Tabel 3. Nilai *Slump* (cm)

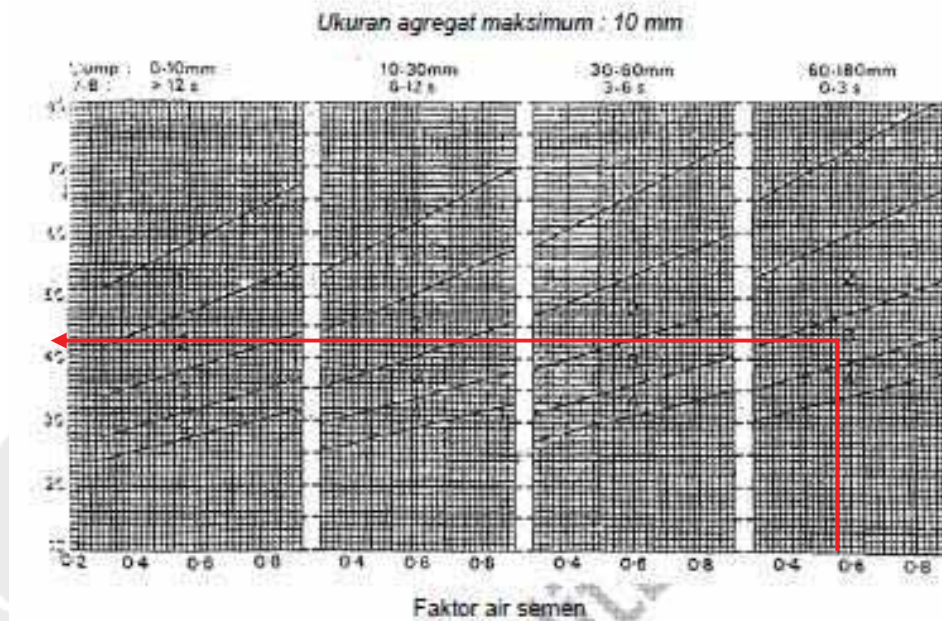
Pemakaian beton	Maksimum	Minimum
Dinding, plat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

Tabel 4. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

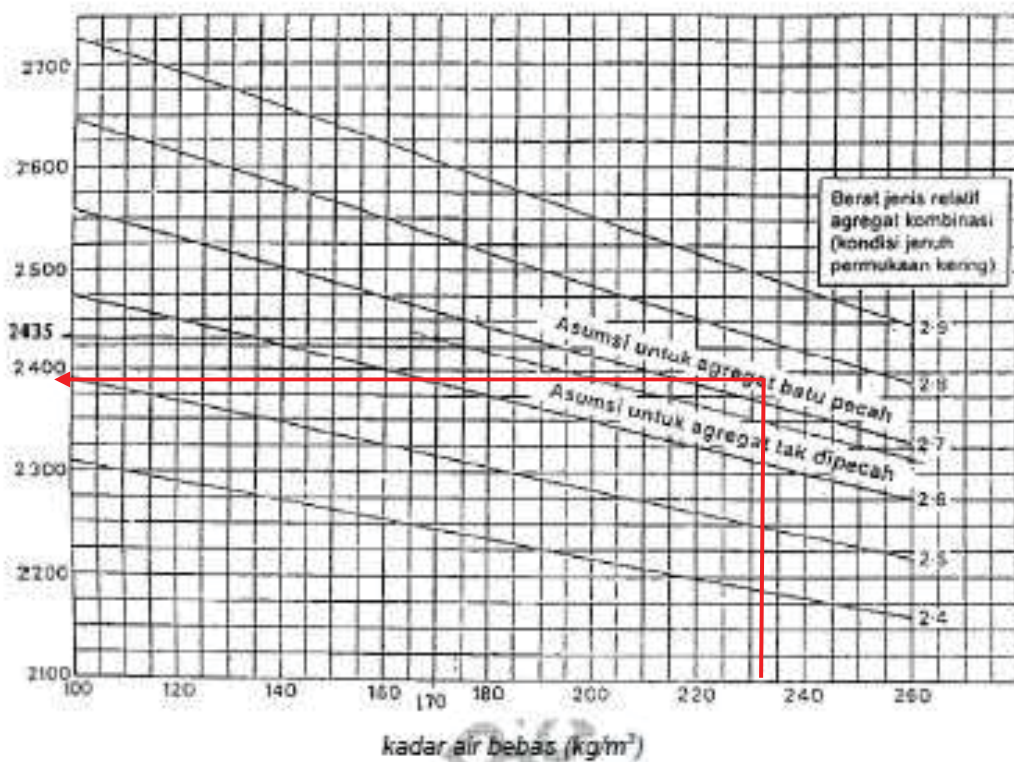
<i>Slump</i> (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	-	-	-	-
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190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



Grafik 1. Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen



Grafik 2. Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm



Grafik 3. Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan

KEBUTUHAN BETON UNTUK BENDA UJI KOLOM DAN SILINDER

- Volume 1 kolom = $0,023232 \text{ m}^3$
- 7 buah kolom = $0,162624 \text{ m}^3$
- Volume 1 silinder = $0,005301438 \text{ m}^3$
- 3 buah silinder = $0,015904313 \text{ m}^3$

Total kebutuhan beton: $0,162624 + 0,015904313 = 0,178528313 \text{ m}^3$

1. BENDA UJI KOLOM

- Kebutuhan beton 1 kolom
 - ❖ Semen = $0,023232 \times 405,797101 = 9,427478261 \text{ kg}$
 - ❖ Air = $0,023232 \times 233,333333 = 5,4208 \text{ kg}$
 - ❖ Agregat halus = $0,023232 \times 883,831273 = 20,53316814 \text{ kg}$
 - ❖ Agregat kasar = $0,023232 \times 924,038292 = 21,4672576 \text{ kg}$
- Safety Faktor 10 %
 - ❖ Semen = $1,1 \times 9,427478261 = 10,37022609 \text{ kg}$
 - ❖ Air = $1,1 \times 5,4208 = 5,96288 \text{ kg}$
 - ❖ Agregat halus = $1,1 \times 20,53316814 = 22,58648495 \text{ kg}$
 - ❖ Agregat kasar = $1,1 \times 21,4672576 = 23,61398336 \text{ kg}$

2. BENDA UJI SILINDER

- Kebutuhan beton 1 silinder

- ❖ Semen = $0,005301438 \times 405,797101 = 2,151308013$ kg

- ❖ Air = $0,005301438 \times 233,333333 = 1,237002107$ kg

- ❖ Agregat halus = $0,005301438 \times 883,831273 = 4,685576346$ kg

- ❖ Agregat kasar = $0,005301438 \times 924,038292 = 4,898731349$ kg

- Safety Faktor 10 %

- ❖ Semen = $1,1 \times 2,151308013 = 2,366438814$ kg

- ❖ Air = $1,1 \times 1,237002107 = 1,360702318$ kg

- ❖ Agregat halus = $1,1 \times 4,685576346 = 5,15413398$ kg

- ❖ Agregat kasar = $1,1 \times 4,898731349 = 5,388604484$ kg



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Struktur Bahan dan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

Kode Baja	Diameter Awal (mm)	Diameter Patah (mm)	Beban Luluh (Kgf)	Beban Maksimum (Kgf)	Tegangan Luluh (MPa)	Kuat Tarik Maksimum (MPa)
Baja 1	7,73	6,64	1720	2430	359,4206	507,786
Baja 2	7,82	5,78	1500	2290	306,2748	467,5795
Baja 3	7,41	5,52	1600	2390	363,8455	543,4942

PERHITUNGAN BAJA TULANGAN

1. Batas Luluh

$$F_y = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{2400 \times 9,80671}{0,25 \times 7,7^2} = 495,3427 \text{ MPa}$$

$$F_y = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{1500 \times 9,80671}{0,25 \times 7,8^2} = 328,5371 \text{ MPa}$$

$$F_y = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{1600 \times 9,80671}{0,25 \times 7,4^2} = 365,0615 \text{ MPa}$$

Maka, F_y yang digunakan adalah 395 MPa

2. Kuat Tarik Maksimum

$$F_{maks} = \frac{\text{Beban maks}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{3600 \times 9,80671}{0,25 \times 7,7^2} = 758,5344 \text{ MPa}$$

$$F_{maks} = \frac{\text{Beban maks}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{2290 \times 9,80671}{0,25 \times 7,8^2} = 470,2187 \text{ MPa}$$

$$F_{maks} = \frac{\text{Beban maks}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{2390 \times 9,80671}{0,25 \times 7,4^2} = 545,2405 \text{ MPa}$$



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Struktur Bahan dan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Nama Benda Uji	Diameter (mm)	Berat (kg)	Luas (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan (MPa)
Silinder 1	151,9	11,88	18121,97092	330000	17,870
Silinder 2	151,6	11,82	18050,46041	480000	26,087
Silinder 3	151,5	12,20	18026,655	515000	28,026

PERHITUNGAN TEORITIS KOLOM

Diketahui :

- Dimensi kolom $b = h = 120 \text{ mm}$
- $L_u = 1000 \text{ mm}$
- Tumpuan sendi dan tanpa translasi, faktor panjang efektif kolom $K = 1,0$

Perhitungan :

$$\frac{KL_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$$

Dengan nilai $r =$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{1/12 \times 120 \times 120^3}{120 \times 120}} = 34,6410 \text{ mm}$$

Sehingga:

$$\frac{KL_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = \frac{1 \times 1000}{34,6410} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = 28,8675 \leq 22(1) = 28,8675 \leq 22$$

Karena $\frac{KL_u}{r} = 28,8675 \geq 22$ maka, kolom diklasifikasikan termasuk kolom langsing

Diketahui:

- $f'_c = 23,9842 \text{ MPa}$ (Kuat tekan beton rata-rata hasil pengujian silinder beton)
- $f_y = 343,1803 \text{ MPa}$ (Hasil Pengujian kuat tarik baja)

- c. selimut beton = 15 mm
- d. $b = h$ = 120 mm
- e. diameter = 8 mm
- f. E_s = 2×10^5
- g. $A_s = A'_s$ = $\left(\frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times 2\right) = 100,5310 \text{ mm}^2$

Perhitungan:

1. Menentukan Pn_b , Mn_b dan e_b

a) Mencari d'

d' = selimut beton + diameter sengkang + (1/2 diameter tulangan longitudinal)

$$d' = 15 + 6 + (\frac{1}{2} \times 8) = 25 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$d = 120 - 25 = 95 \text{ mm}$$

b) Mencari garis netral *balanced* C_b

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} x d = \frac{600}{600 + 343,1803} x 95 = 60,4338 \text{ mm}$$

c) Cek ε'_s

$$a_b = \beta_1 c_b = 0,85 \times 60,4338 = 51,3688 \text{ mm}$$

$$\varepsilon'_s = \frac{c_b - d'}{c_b} \times 0,003 = \frac{60,4338 - 25}{60,4338} \times 0,003 = 1,7589 \times 10^{-3}$$

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{343,1803}{2 \times 10^5} = 1,7159 \times 10^{-3}$$

karena, $\varepsilon'_s > \varepsilon_y$ maka tulangan tekan sudah luluh. $f'_s = f'_y$

d) Mencari gaya tekan pada beton dalam kondisi berimbang C_{cb}

$$C_{cb} = 0,85 f'_c b a_b = 0,85 \times 23,9842 \times 120 \times 51,3688 = 125668,0364 \text{ N}$$

e) Mencari gaya tekan pada tulangan dalam kondisi berimbang

$$\begin{aligned} C_{sb} &= A'_s (f_y - 0,85 f'_c) = 100,5310 (343,1803 - 0,85 \times 23,9842) \\ &= 32450,77647 \text{ N} \end{aligned}$$

f) Mencari gaya tarik pada kondisi berimbang T_{sb}

$$T_{sb} = A_s \times f_y = 100,5310 \times 343,1803 = 34500,25874 \text{ N}$$

g) Mencari beban kolom dalam kondisi berimbang P_{nb}

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_s - T_s \\ &= 125668,0364 + 32450,77647 - 34500,25874 \\ &= 123618,5541 \text{ N} \approx 12,3618 \text{ Ton} \end{aligned}$$

h) Mencari momen nominal dalam kondisi berimbang M_{nb}

$$\begin{aligned} M_{nb} &= C_c \left(\frac{h}{2} - \frac{a_b}{2} \right) + C_s \left(\frac{h}{2} - d' \right) + T \left(d - \frac{h}{2} \right) \\ &= 125668,0364 \times \left(\frac{120}{2} - \frac{51,3688}{2} \right) + 32450,77647 \times \left(\frac{120}{2} - 25 \right) \\ &\quad + 34500,25874 \times \left(95 - \frac{120}{2} \right) \end{aligned}$$

$$= 6655660,302 \text{ Nmm}$$

j) Mencari e_b

$$e_b = \frac{Mn_b}{Pn_b} = \frac{6655660,302}{123618,5541} = 52,9621 \text{ mm}$$

Karena nilai e_b sebesar 52,9621 mm, maka dengan eksentrisitas 60 mm adalah terkendali tarik

2. Perhitungan beban aksial dengan nilai eksentrisitas 60 mm

Kondisi terkendali tarik.

$$P_n = 0,85 f'_c b d \left[\frac{h-2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h-2e}{2d} \right)^2 + 2mp \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right]$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 + f'_c} = \frac{343,1803}{0,85 + 23,9842} = 13,8189 \text{ mm}$$

$$p = p' = \frac{A_s}{bd} = \frac{100,5310}{120 \times 95} = 8,8185 \times 10^{-3}$$

$$P_n = 0,85 \times 23,9842 \times 120 \times 95 \left[\frac{120 - 2(60)}{2(95)} + \sqrt{\left(\frac{120 - 2(60)}{2(95)} \right)^2 + 2 \times 13,8189 \times 8,8185 \times 10^{-3} \left(1 - \frac{25}{95} \right)} \right]$$

$$= 98488,45529 \text{ N} = 9,8488 \text{ Ton}$$