

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Bahan : Pasir Progo

Asal : Sungai Progo, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta

Diperiksa : 17 Desember 2018

Tabel 1. Data pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat piknometer isi pasir dan air (Bt)	1074	1073	1076	gram
Berat pasir setelah kering (Bk)	476	474	481	gram
Berat piknometer isi air (B)	769	771	773	gram
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)	500	500	500	gram
Berat piknometer	163	165	165	gram

Tabel 2. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Uraian	Benda Uji			Rata-Rata
	1	2	3	
Berat jenis curah	2,44	2,39	2,44	2,43
Berat jenis semu	2,78	2,76	2,70	2,75
Berat jenis jenuh kering permukaan	2,56	2,53	2,54	2,54
Penyerapan air	5,04%	5,49%	3,95%	4,83%

Analisis Hitungan:

Contoh benda uji 1

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{B + SSD - Bt} \\
 &= \frac{476}{769 + 500 - 1074} \\
 &= 2,44
 \end{aligned}$$

b. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \\
 &= \frac{476}{769 + 476 - 1074} \\
 &= 2,78
 \end{aligned}$$

- c. Berat jenis jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*)

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis jenuh kering permukaan} &= \frac{\text{SSD}}{\text{B} + \text{SSD} - \text{Bt}} \\ &= \frac{500}{769 + 500 - 1074} \\ &= 2,56 \end{aligned}$$

- d. Penyerapan air

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= \frac{\text{SSD} - \text{Bk}}{\text{Bk}} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 476}{476} \times 100\% \\ &= 5,04\% \end{aligned}$$

- e. Berat jenis jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*) rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis jenuh kering permukaan rata-rata} &= \frac{\text{BU 1} + \text{BU 2} + \text{BU 3}}{3} \\ &= \frac{2,56 + 2,53 + 2,54}{3} \\ &= 2,54 \end{aligned}$$

- f. Penyerapan air rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3}}{3} \\ &= \frac{5,04\% + 5,49\% + 3,95\%}{3} \\ &= 4,83\% \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Bahan : Kerikil Clereng

Asal : Clereng, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta

Diperiksa : 17 Desember 2018

Tabel 3. Data pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat kerikil setelah dikeringkan (Bk)	4000	4000	4000	gram
Berat kerikil di bawah air (Ba)	2510	2522	2524	gram
Berat kerikil keadaan jenuh kering muka (Bj)	4114	4115	4108	gram

Tabel 4. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian	Benda Uji			Rata-Rata
	1	2	3	
Berat jenis curah	2,49	2,51	2,53	2,51
Berat jenis semu	2,68	2,71	2,71	2,70
Berat jenis jenuh kering permukaan	2,56	2,58	2,59	2,58
Penyerapan air	2,85%	2,90%	2,70%	2,82%

Analisis Hitungan:

Contoh benda uji 1

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis curah} &= \frac{B_k}{B_j - B_a} \\ &= \frac{4000}{4114 - 2510} \\ &= 2,49 \end{aligned}$$

b. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis semu} &= \frac{B_k}{B_k - B_a} \\ &= \frac{4000}{4000 - 2510} \\ &= 2,68 \end{aligned}$$

- c. Berat jenis jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*)

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} &= \frac{B_j}{B_j - B_a} \\ &= \frac{4114}{4114 - 2510} \\ &= 2,56\end{aligned}$$

- d. Penyerapan air

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan air} &= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \\ &= \frac{4114 - 4000}{4000} \times 100\% \\ &= 2,87\%\end{aligned}$$

- e. Berat jenis jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*) rata-rata

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering permukaan rata-rata} &= \frac{BU\ 1 + BU\ 2 + BU\ 3}{3} \\ &= \frac{2,56 + 2,58 + 2,59}{3} \\ &= 2,58\end{aligned}$$

- f. Penyerapan air rata-rata

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan air rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3}}{3} \\ &= \frac{2,85\% + 2,90\% + 2,70\%}{3} \\ &= 2,82\%\end{aligned}$$

Lampiran 2. Pengujian kadar lumpur agregat**Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus**

Bahan : Pasir Progo

Asal : Sungai Progo, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta

Diperiksa : 13 Desember 2018

Tabel 5. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat pasir kering tungku sebelum dicuci (B)	500	500	500	gram
Berat pasir kering tungku sesudah dicuci (C)	497	490	483	gram
Kadar butir lolos ayakan No. 200 (A)	0,60	2,00	3,40	%
Kadar butir lolos ayakan No. 200 rata-rata	2			%

Analisis Hitungan:

Contoh benda uji 1

- a. Kadar butir lolos ayakan No. 200

$$\begin{aligned} \text{Kadar butir lolos ayakan No. 200 (A)} &= \frac{B - C}{B} \\ &= \frac{500 - 497}{500} \times 100\% \\ &= 0,60\% \end{aligned}$$

- b. Kadar butir lolos ayakan No. 200 rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Kadar butir lolos ayakan No. 200 rata-rata} &= \frac{BU\ 1 + BU\ 2 + BU\ 3}{3} \\ &= \frac{0,60\% + 2,00\% + 3,40\%}{3} \\ &= 2\% \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Bahan : Kerikil Clereng
 Asal : Clereng, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta
 Diperiksa : 21 Desember 2018

Tabel 6. Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat pasir kering tungku sebelum dicuci (B)	5000	5000	5000	gram
Berat pasir kering tungku sesudah dicuci (C)	4756	4727	4779	gram
Kadar butir lolos ayakan No. 200 (A)	4,88	5,46	4,42	%
Kadar butir lolos ayakan No. 200 rata-rata		4,92		%

Analisis Hitungan:

Contoh benda uji 1

a. Kadar butir lolos ayakan No. 200

$$\begin{aligned} \text{Kadar butir lolos ayakan No. 200 (A)} &= \frac{B - C}{B} \\ &= \frac{5000 - 4756}{5000} \times 100\% \\ &= 4,88\% \end{aligned}$$

b. Kadar butir lolos ayakan No. 200 rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Kadar butir lolos ayakan No. 200 rata-rata} &= \frac{BU\ 1 + BU\ 2 + BU\ 3}{3} \\ &= \frac{4,88\% + 5,46\% + 4,42\%}{3} \\ &= 4,92\% \end{aligned}$$

Lampiran 3. Pengujian kadar air agregat**Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus**

Bahan : Pasir Progo

Asal : Sungai Progo, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta

Diperiksa : 22 Februari 2019

Tabel 7. Hasil pengujian kadar air agregat halus

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (B_1)	1000	1000	1000	gram
Berat pasir keadaan kering tungku (B_2)	941	937	937	gram
Kadar air	5,90	6,30	6,30	%
Kadar air rata-rata	6,17			%

Analisis Hitungan

Contoh benda uji 1

a. Kadar air

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \\ &= \frac{1000 - 941}{1000} \times 100\% \\ &= 5,90\% \end{aligned}$$

b. Kadar air rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Kadar air rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3}}{3} \\ &= \frac{5,90\% + 6,30\% + 6,30\%}{3} \\ &= 6,17\% \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Bahan : Kerikil Clereng
 Asal : Clereng, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta
 Diperiksa : 22 Februari 2019

Tabel 8. Hasil pengujian kadar air agregat kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (B ₁)	4000	4000	4000	gram
Berat pasir keadaan kering tungku (B ₂)	3857	3859	3844	gram
Kadar air	3,70	3,53	3,90	%
Kadar air rata-rata	3,71			%

Analisis Hitungan:

Contoh benda uji 1

a. Kadar air

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \\ &= \frac{4000 - 3857}{4000} \times 100\% \\ &= 3,70\% \end{aligned}$$

b. Kadar air rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Kadar air rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3}}{3} \\ &= \frac{3,70\% + 3,53\% + 3,90\%}{3} \\ &= 3,71\% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Pengujian analisis saringan agregat halus**Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus**

Bahan : Pasir Progo

Asal : Sungai Progo, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta

Diperiksa : 14 Desember 2018

1. Benda uji 1

Tabel 9. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus benda uji 1

Ukuran	Berat terahan	Berat tertahan	Berat tertahan kumulatif	Berat lolos kumulatif
	(gram)	(%)	(%)	(%)
No. 3/8 (9,5 mm)	0	0	0	100
No. 4 (4,75 mm)	1	0,1	0,1	99,9
No. 8 (2,36 mm)	71	7,1	7,2	92,8
No. 16 (1,18 mm)	184	18,4	25,6	74,4
No. 30 (0,6 mm)	333	33,3	58,9	41,1
No. 50 (0,3 mm)	258	25,8	84,7	15,3
No. 100 (0,15 mm)	126	12,6	97,3	2,7
Pan	27	2,7	100	0
Total	1000	100	273,8	426,2
Modulus Halus Butir (MHB)			2,74	

2. Benda uji 2

Tabel 10. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus benda uji 2

Ukuran	Berat terahan	Berat tertahan	Berat tertahan kumulatif	Berat lolos kumulatif
	(gram)	(%)	(%)	(%)
No. 3/8 (9,5 mm)	0	0	0	100
No. 4 (4,75 mm)	0	0	0	100
No. 8 (2,36 mm)	79	7,9	7,9	92,1
No. 16 (1,18 mm)	198	19,8	27,7	72,3
No. 30 (0,6 mm)	341	34,1	61,8	38,2
No. 50 (0,3 mm)	247	24,7	86,5	13,5
No. 100 (0,15 mm)	113	11,3	97,8	2,2
Pan	22	2,2	100	0
Total	1000	100	281,7	418,3
Modulus Halus Butir (MHB)			2,82	

3. Benda uji 3

Tabel 11. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus benda uji 3

Ukuran	Berat terahan	Berat tertahan	Berat tertahan kumulatif	Berat lolos kumulatif
	(gram)	(%)	(%)	(%)
No. 3/8 (9,5 mm)	0	0	0	100
No. 4 (4,75 mm)	0	0	0	100
No. 8 (2,36 mm)	74	7,4	7,4	92,6
No. 16 (1,18 mm)	175	17,5	24,9	75,1
No. 30 (0,6 mm)	318	31,8	56,7	43,3
No. 50 (0,3 mm)	256	25,6	82,3	17,7
No. 100 (0,15 mm)	149	14,9	97,2	2,8
Pan	28	2,8	100	0
Total	1000	100	268,5	431,5
Modulus Halus Butir (MHB)			2,69	

Analisis Hitungan:

Contoh perhitungan benda uji 1 saringan No. 50

a. Porsen berat tertahan

$$\begin{aligned}
 \text{Porsen berat tertahan} &= \frac{\text{Berat tertahan No. 50}}{\text{Jumlah berat total}} \times 100\% \\
 &= \frac{258}{1000} \times 100\% \\
 &= 25,8\%
 \end{aligned}$$

b. Porsen berat tertahan kumulatif

$$\begin{aligned}
 \text{Porsen berat tertahan kumulatif} &= \text{Porsen berat tertahan No. 3/8} + \text{Porsen} \\
 &\quad \text{berat tertahan No. 4} + \text{Porsen berat} \\
 &\quad \text{tertahan No. 8} + \text{Porsen berat tertahan No.} \\
 &\quad \text{16} + \text{Porsen berat tertahan No. 30} + \\
 &\quad \text{Porsen berat tertahan No. 50} \\
 &= 0\% + 0,1\% + 7,1\% + 18,4\% + 33,3\% + 25,8\% \\
 &= 84,7\%
 \end{aligned}$$

c. Porsen berat lolos kumulatif

$$\begin{aligned}
 \text{Porsen berat lolos kumulatif} &= 100\% - \text{Porsen berat tertahan kumulatif No. 5} \\
 &= 100\% - 58,8\% \\
 &= 41,1\%
 \end{aligned}$$

d. Modulus Halus Butir (MHB)

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\text{Jumlah berat tertahan kumulatif (\%)}}{\text{Jumlah berat tertahan (\%)}} \\ &= \frac{273,8\%}{100\%} \\ &= 2,74\% \end{aligned}$$

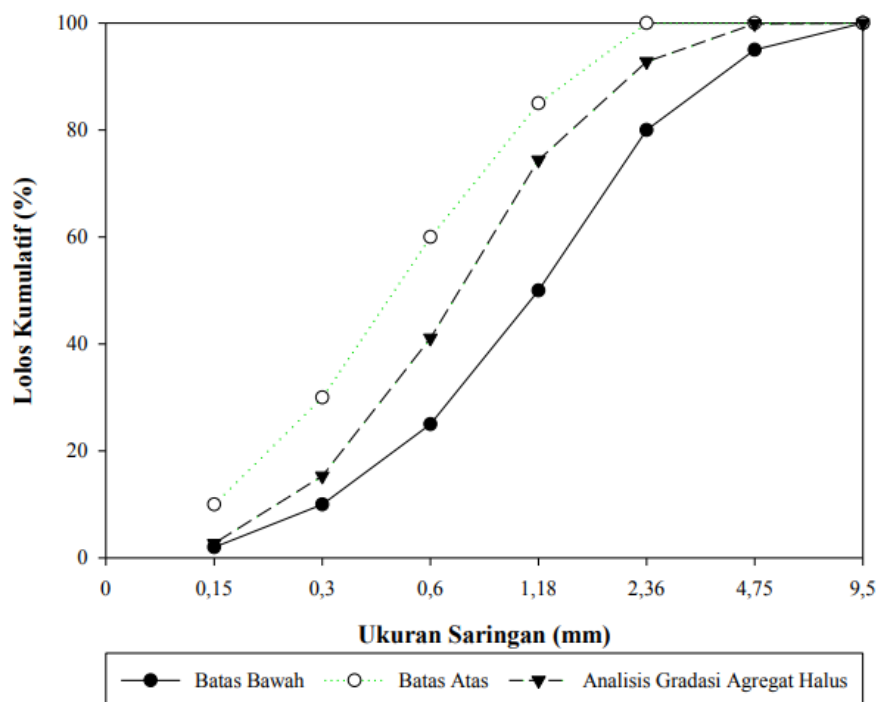
e. Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3}}{3} \\ &= \frac{2,74 + 2,82 + 2,69}{3} \\ &= 2,75\% \end{aligned}$$

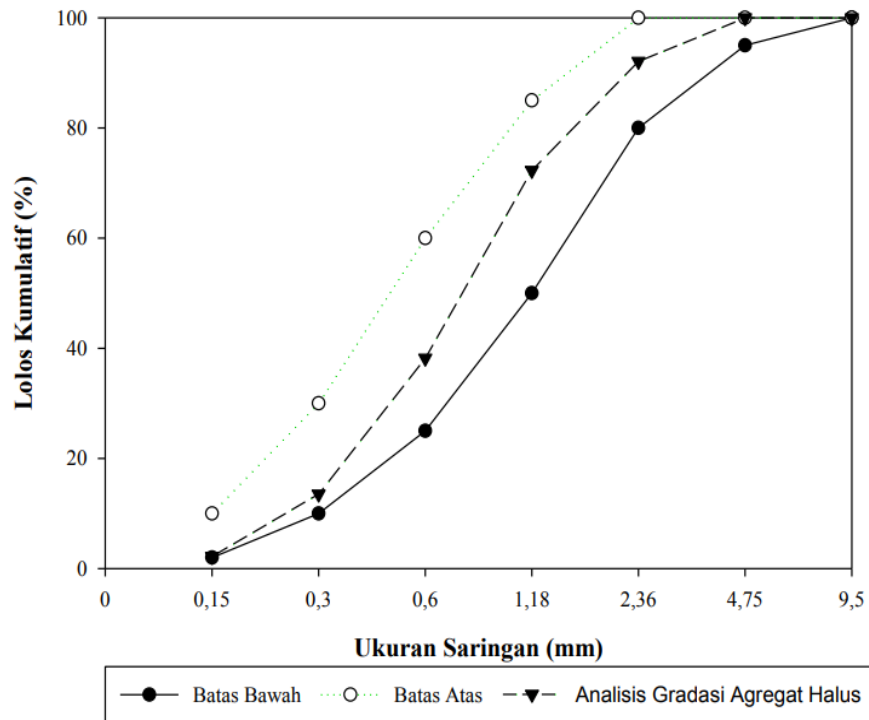
Tabel 12. Syarat mutu agregat halus menurut *ASTM C33/C33M-13*

Ukuran Lubag Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif (%)
No. 3/8 (9,5 mm)	100
No. 4 (4,75 mm)	95 – 100
No. 8 (2,36 mm)	80 – 100
No. 16 (1,18 mm)	50 – 85
No. 30 (0,6 mm)	25 – 60
No. 50 (0,3 mm)	10 – 30
No. 100 (0,15 mm)	2 – 10

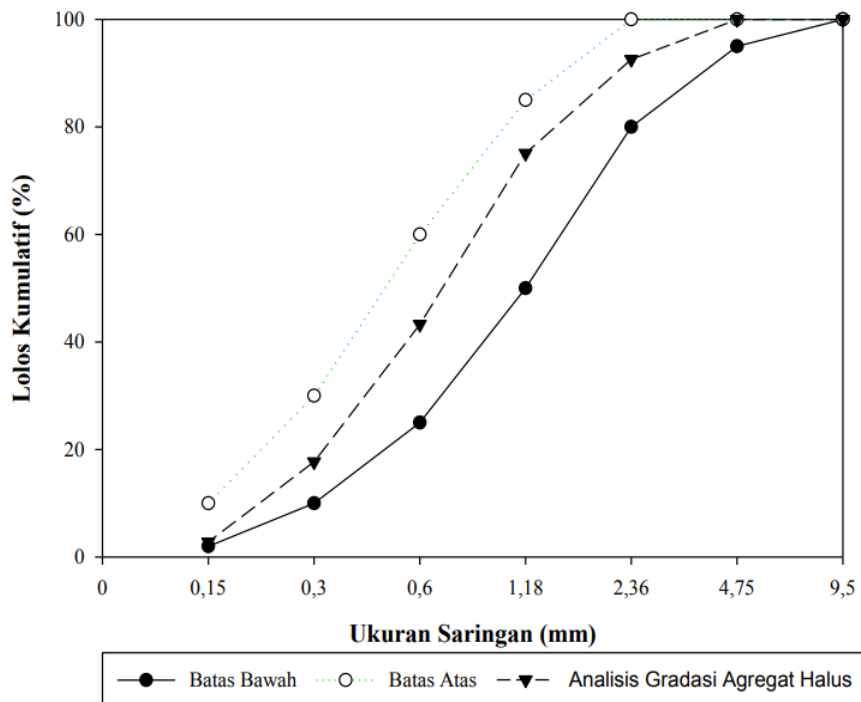
Berdasarkan Tabel 12 didapatkan analisis saringan agregat halus yang dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Hubungan lolos kumulatif dan ukuran saringan pada benda uji 1



Gambar 2. Hubungan lolos kumulatif dan ukuran saringan pada benda uji 2



Gambar 3 Hubungan lolos kumulatif dan ukuran saringan pada benda uji 3

Lampiran 5. Pengujian keausan (*los angeles*) agregat kasar**Hasil Pengujian Keausan (*Los Angeles*) Agregat Kasar**

Bahan : Kerikil Clereng
 Asal : Clereng, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta
 Diperiksa : 21 Desember 2018

Tabel 13 Hasil keausan (*los angeles*) agregat kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	1	2	3	
Berat sebelum pengujian <i>los angeles</i> (B_1)	5000	5000	5000	gram
Berat sesudah pengujian <i>los angeles</i> (B_2)	3280	3490	3300	gram
Keausan	34,40	30,20	34,00	%
Keausan rata-rata	32,87			%

Analisis Hitungan

Contoh benda uji 1

a. Keausan

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 3280}{5000} \times 100\% \\ &= 34,40\% \end{aligned}$$

b. Keausan rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Keausan rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3}}{3} \\ &= \frac{34,40\% + 30,20\% + 34\%}{3} \\ &= 32,87\% \end{aligned}$$

Lampiran 6. Pengujian berat isi agregat kasar**Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar**

Bahan : Kerikil Clereng
 Asal : Clereng, Kab. Kulon Progo, D. I. Yogyakarta
 Diperiksa : 19 Desember 2018

Tabel 14. Hasil berat isi agregat kasar

Uraian	Benda Uji					Satuan
	1	2	3	4	5	
Berat bejana kosong (B ₁)	10160	10160	10160	10160	10160	gram
Berat bejana kosong + agregat kasar (B ₂)	18120	18340	18490	18350	18395	gram
Berat isi (B _{sat})	1,50	1,54	1,57	1,55	1,55	g/cm ³
Berat isi rata-rata	1,54					g/cm ³

Analisis Hitungan

Contoh benda uji 1

a. Ukuran bejana kosong

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

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

b. Volume bejana kosong

$$\begin{aligned} \text{Volume bejana kosong} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= \frac{22}{7} \times 7,5^2 \times 30 \\ &= 5303,57 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

c. Berat isi (B_{sat})

$$\begin{aligned} \text{Berat isi (B}_{\text{sat}}) &= \frac{B_2 - B_1}{\text{Volume bejana kosong}} \\ &= \frac{18120 - 10160}{5303,57} \\ &= 1,40 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

d. Berat isi rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Berat isi rata-rata} &= \frac{\text{Benda Uji 1} + \text{Benda Uji 2} + \text{Benda Uji 3} + \text{Benda Uji 4} + \text{Benda Uji 5}}{5} \\ &= \frac{1,50 + 1,54 + 1,57 + 1,55 + 1,55}{5} \\ &= 1,54 \text{ g/cm}^3 = 1540 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

Lampiran 7. Mix design beton metode ACI 211.1-19

Perhitungan Mix Design Beton Metode ACI 211.1-19

Data Material

- a. Kuat tekan rencana (f_c) = 30 MPa = 5778,3 psi
- b. Berat jenis agregat halus (Pasir) = 2,54
- c. Berat jenis agregat kasar (kerikil) = 2,58
- d. Berat jenis semen = 3,1
- e. Modulus halus butir (MHB) pasir = 2,75
- f. Kering tusuk kerikil (TK) = 1,54 ton/m³ = 93,64 lb/ft³
- g. Ukuran agregat maksimum = 1 inci = 25,4 mm

Langkah Hitungan Perencanaan Mix Design

- 1) Menghitung kuat tekan rata-rata beton (f'_{cr})

Berdasarkan nilai kuat rencana (f_c) = 30 MPa dan standar deviasi yang di dapatkan dari Tabel 15 yaitu 6 MPa, maka untuk menentukan nilai f'_{cr} adalah sebagai berikut.

Tabel 15. Nilai standar deviasi

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Klasifikasi	m ³	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	4,5 < sd ≤ 5,5	5,5 < sd ≤ 6,5	6,5 < sd ≤ 8,5
Sedang	1000 - 3000	3,5 < sd ≤ 4,5	4,5 < sd ≤ 5,5	5,5 < sd ≤ 7,5
Besar	> 3000	2,5 < sd ≤ 3,5	3,5 < sd ≤ 4,5	4,5 < sd ≤ 5,5

Perhitungan nilai margin

$$m = 1,64 \times sd$$

$$m = 1,64 \times 6$$

$$m = 9,84 \text{ MPa}$$

Jadi nilai kuat tekan rata-rata adalah sebagai berikut.

$$f'_{cr} = f_c + m$$

$$f'_{cr} = 30 + 9,84$$

$$f'_{cr} = 39,84 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = 5778,3 \text{ Psi}$$

2) Menentukan nilai *slump*

Berdasarkan Tabel 16 untuk jenis konstruksi balok maka *slump* maksimum yang digunakan sebesar 4 inci dan *slump* minimum sebesar 1 inci.

Tabel 16. Persyaratan nilai *slump* berbagai jenis konstruksi

Jenis Konstruksi	<i>Slump</i> , inci	
	Maksimum*	Minimum
Dinding penahan dan pondasi	3	1
Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur	3	1
Balok dan dinding beton	4	1
Kolom structural	4	1
Pekerasan dan slab	3	1
Beton masal	2	1

3) Penentuan ukuran agregat maksimum

Pemilihan agregat maksimum didasarkan pada segi ekonomi dan dimensi struktur yang dipakai. Pada penelitian ini ukuran agregat maksimum yang ditetapkan adalah 1 inci atau 25,4 mm.

4) Perkiraan jumlah air percampuran dan kandungan udara

Tabel 17 memberikan penjelasan perkiraan air yang dibutuhkan. Perkiraan jumlah air ini ditentukan dengan menggunakan nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum dengan mengasumsikan bahwa beton yang dibuat bertipe beton bebas udara atau beton dengan udara masuk. Pada penelitian ini karena balok bertipe beton bebas udara dengan nilai *slump* 4 inchi dan besar agregat maksimum 1 inci maka jumlah air yang dibutuhkan adalah 325 lb/yd³. Tabel 17 juga menunjukkan bahwa presentase kandungan udara yang disarankan adalah 1,5%.

Tabel 17. Perkiraan kebutuhan campuran air dan persyaratan kandungan udara untuk berbagai nilai slump dan ukuran nominal agregat maksimum

Air, lb/yd ³ untuk beton dengan ukuran agregat maksimum nominal yang ditunjukkan								
Slump, inchi	3/8 inci	1/2 inci	3/4 Inci	1 inci	1-1/2 inci	2 inci	3 inci	6 inci
Beton bebas udara								
1 to 2	350	335	315	300	275	260	220	190
3 to 4	385	365	340	325	300	285	245	210
6 to 7	410	385	360	340	315	300	270	-
Perkiraan jumlah udara yang terperangkap dalam beton yang tidak terikat udara (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan udara masuk								
1 to 2	305	295	280	270	250	240	205	180
3 to 4	340	325	305	295	275	265	225	200
6 to 7	365	345	325	310	290	280	260	-
Kandungan udara total rata-rata yang disetujui, (%)								
Paparan ringan	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5***††	1***††
Paparan menengah	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5***††	3***††
Paparan ekstrem ††	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0	5,0	4,5***††	4***††

5) Menentukan nilai faktor air semen (FAS)

Berdasarkan Tabel 18 nilai FAS yang dibutuhkan berdasarkan nilai kuat tekan estimasi beton pada umur 28 hari dengan f'_{cr} sebesar 5778,3 psi yaitu 0,426 (hasil interpolasi).

Tabel 18. Nilai faktor air semen

Kuat tekan pada 28 hari, psi*	Faktor air semen	
	Beton bebas udara	Beton dengan udara masuk
6000	0.41	-
5778,3	0.426	-
5000	0.48	0.40
4000	0.57	0.48
3000	0.68	0.59
2000	0.82	0.74

6) Menghitung jumlah semen yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} W_{\text{semen}} &= \frac{W_{\text{air}}}{\text{FAS}} \\ &= \frac{325}{0,426} \\ &= 762,91 \text{ lb} \end{aligned}$$

7) Menghitung jumlah agregat kasar (kerikil) yang dibutuhkan

Berdasarkan Tabel 19 dengan modulus halus butir agregat halus yaitu 2,75 dan ukuran agregat kasar maksimum sebesar 1 inci didapatkan volume agregat kasar sebesar 0,675 didapatkan dari hasil interpolasi karena nilai modulus halus butir agregat halus dari hasil pengujian tidak ada dalam tabel.

Tabel 19. Volume agregat kasar per satuan volume beton

Ukuran agetat maksimum nominal, inci	Volume agregat kasar kering tusuk* persatuan volume beton untuk modulus kehalusan yang berbda dari agregat halus				
	2.40	2.60	2.75	2.80	3.00
3/8	0.5	0.48	0.465	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.555	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.625	0.62	0.6
1	0.71	0.69	0.675	0.67	0.65
1-1/2	0.75	0.73	0.715	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.745	0.74	0.72
3	0.82	0.8	0.785	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.835	0.83	0.81

$$\begin{aligned} \text{Volume agetat kasar kering tusuk} &= 0,69 + \frac{2,75-2,60}{2,80-2,60} + (0,67-0,69) \\ &= 0,675 \end{aligned}$$

Jumlah agetat kasar yang dibutuhkan $W_{\text{agregat kasar}}$

$$\begin{aligned} W_{\text{agregat kasar}} &= 0,675 \times \text{berat kering tusuk kerikil} \times 27 \frac{\text{ft}^3}{\text{yd}^3} \\ &= 0,675 \times 93,64 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times 27 \frac{\text{ft}^3}{\text{yd}^3} \\ &= 1752,15 \text{ lb} \end{aligned}$$

8) Menghitung jumlah agregat halus (pasir) yang dibutuhkan

Berdasarkan *mix design* yang mengacu pada ACI untuk menentukan jumlah agregat halus ada dua metode yang dapat digunakan yaitu metode berat beton berdasarkan pengalaman dan metode volume absolut. Metode volume absolut

adalah metode yang paling akurat digunakan dalam penentuan *mix design* dalam metode ACI. Penentuan berat agregat halus (pasir) dapat dihitung sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} V_{\text{air}} &= \frac{W_{\text{air}}}{BJ_{\text{air}} \times 62,4} \\ &= \frac{325}{1 \times 62,4} \\ &= 5,21 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{semen}} &= \frac{W_{\text{semen}}}{BJ_{\text{semen}} \times 62,4} \\ &= \frac{762,91}{3,1 \times 62,4} \\ &= 3,94 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{kerikil}} &= \frac{W_{\text{kerikil}}}{BJ_{\text{kerikil}} \times 62,4} \\ &= \frac{1751,15}{2,58 \times 62,4} \\ &= 10,88 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{udara}} &= 0,015 \times 27 \\ &= 0,41 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Jadi volume dan berat agregat halus yang diperlukan.

$$\begin{aligned} \text{Volume agregat halus} &= 27 - (V_{\text{air}} + V_{\text{semen}} + V_{\text{kerikil}} + V_{\text{udara}}) \\ &= 27 - (5,21 + 3,94 + 10,88 + 0,41) \\ &= 6,56 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat halus} &= \text{Volume agregat halus} \times BJ_{\text{agregat halus}} \times 62,4 \\ &= 6,56 \times 2,54 \times 62,4 \\ &= 1039,62 \text{ lb} \end{aligned}$$

9) Koreksi jumlah air yang dibutuhkan

Hasil pengujian material menunjukkan kadar air untuk agregat halus dan kasar masing-masing 6,17% dan 3,71 %. Karena pada perhitungan di atas adalah berat untuk keadaan kering, maka koreksi berat campuran koreksi sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Berat koreksi agregat kasar} &= \text{Berat agregat kasar} \times \text{kadar air (\%)} \\ &= 1752,15 \times 1,0371 \\ &= 1817,16 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat koreksi agregat halus} &= \text{Berat agregat halus} \times \text{kadar air (\%)} \\
 &= 1039,62 \times 1,0617 \\
 &= 1103,76 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampuran namun air tersebut dapat menambah kandungan air campuran sehingga harus diperhitungkan. Oleh karena itu perkiraan kebutuhan air adalah sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Air tambahan agregat kasar} &= \text{kadar air agregat kasar} - \text{penyerapan air agregat kasar} \\
 &= 3,71 - 2,82 \\
 &= 0,89 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air tambahan agregat halus} &= \text{kadar air agregat halus} - \text{penyerapan air agregat halus} \\
 &= 6,17 - 4,83 \\
 &= 1,34 \%
 \end{aligned}$$

Jadi koreksi jumlah air adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi jumlah air} &= 325 - (1752,15 \times 0,89 \%) - (1039,62 \times 1,34 \%) \\
 &= 295,47 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

10) Kebutuhan proposi campuran beton

Perkiraan berat beton untuk 1 yd³.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat air} &= 295,47 \text{ lb} \\
 \text{Berat semen} &= 762,91 \text{ lb} \\
 \text{Berat agregat halus (pasir)} &= 1103,76 \text{ lb} \\
 \text{Berat agregat kasar (kerikil)} &= 1817,16 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Perkiraan berat beton untuk 1 m³.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat air} &= 175,30 \text{ kg} \\
 \text{Berat semen} &= 452,62 \text{ kg} \\
 \text{Berat agregat halus (pasir)} &= 654,83 \text{ kg} \\
 \text{Berat agregat kasar (kerikil)} &= 1078,08 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perkiraan berat beton per meter kubik} &= 175,30 + 452,62 + 1078,08 + 654,83 \\
 &= 2360,83 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan berat} = \frac{W_{\text{semen}}}{W_{\text{semen}}} : \frac{W_{\text{air}}}{W_{\text{semen}}} : \frac{W_{\text{pasir}}}{W_{\text{semen}}} : \frac{W_{\text{kerikil}}}{W_{\text{semen}}}$$

$$= \frac{452,62}{452,62} : \frac{175,30}{452,62} : \frac{654,83}{452,62} : \frac{1078,08}{452,62}$$

$$= 1 : 0,39 : 1,45 : 2,38$$

11) Menghitung proporsi campuran beton untuk 1 benda uji balok.

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan balok} &= (150 \times 150 \times 600) \text{ mm} \\ &= 13.500.000 \text{ mm}^3 \\ &= 0,0135 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi berat campuran beton untuk 1 benda uji balok adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Berat air} &= 175,3 \times 0,0135 &= 2,37 \text{ kg} \\ \text{Berat semen} &= 452,62 \times 0,0135 &= 6,11 \text{ kg} \\ \text{Berat agregat kasar (kerikil)} &= 1078,08 \times 0,0135 &= 14,55 \text{ kg} \\ \text{Berat agregat halus (pasir)} &= 654,83 \times 0,0135 &= 8,84 \text{ kg} \end{aligned}$$

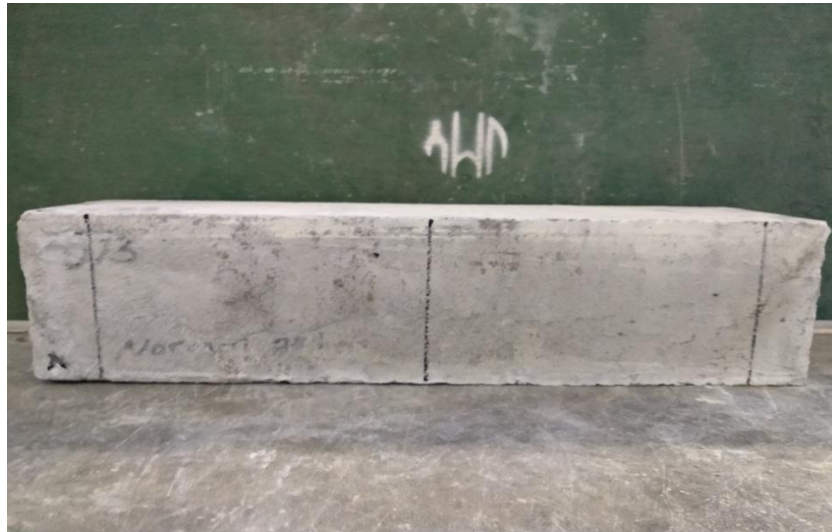
Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan campuran beton dengan menggunakan metode *ACI 211.1-91* didapatkan hasil perencanaan yang dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil perhitungan campuran beton metode *ACI 211.1-19*

Keterangan	Hasil
Kuat tekan beton rencana (f_c)	5778,3 psi (30 MPa)
Nilai tambahan (margin)	9,84 MPa
Kuat tekan rata-rata (f'_{cr})	5778,3 Psi
Jenis semen	Tipe I (<i>Portland Cement</i>)
Modulus halus butir agregat halus ($MHB_{\text{agregat halus}}$)	2,75
Berat jenis agregat halus ($BJ_{\text{agregat halus}}$)	2,54
Berat jenis agregat kasar ($BJ_{\text{agregat kasar}}$)	2,58
Berat jenis semen (BJ_{semen})	3,2
Berat isi/ berat kering tusuk agregat kasar	93,64 lb/ft ³ (1,54 ton/m ³)
Ukuran maksimum agegat	25 mm
Nilai <i>slump</i> rencana	25,4-101,6 mm
Faktor air semen (FAS)	0,426
Kebutuhan semen per meter kubik (W_{semen})	452,62 kg/m ³
Kebutuhan air per meter kubik (W_{air})	175,30 kg/m ³
Kebutuhan agregat halus per meter kubik (W_{pasir})	654,83 kg/m ³
Kebutuhan agregat kasar per meter kubik (W_{kerikil})	1078,08 kg/m ³
Perkiraan berat beton per meter kubik	2360,83 kg/m ³
Perbandingan berat ($W_{\text{semen}} : W_{\text{air}} : W_{\text{pasir}} : W_{\text{kerikil}}$)	1 : 0,39 : 1,45 : 2,38

Lampiran 8. Hasil pembuatan beton normal dan *cold joint*



Gambar 4. Hasil pembuatan beton normal



Gambar 5. Hasil pembuatan beton *cold joint*

Lampiran 8. Hasil pengujian kuat lentur beton

Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal dan Beton *Cold Joint*

Tabel 21. Hasil pengujian kuat lentur beton normal

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Beban puncak (Kg)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
Normal 7.1		7	2688,84	5,86	5,76
Normal 7.2		7	2597,13	5,66	
Normal 14.1	0	14	2894,68	6,31	6,86
Normal 14.2		14	3396,07	7,4	
Normal 28.1		28	3495,34	7,62	7,76
Normal 28.2		28	3623,08	7,89	

Tabel 22. Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan waktu jeda pengecoran 120 menit arah vertical

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Beban puncak (Kg)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDV 2.1.7		7	2183,42	4,76	4,87
CDV 2.2.7		7	2288,23	4,98	
CDV 2.1.14	120	14	2623,35	5,72	5,88
CDV 2.2.14		14	2772,99	6,06	
CDV 2.1.28		28	3257,5	7,1	7,07
CHV 2.2.28		28	3236,84	7,06	

Tabel 23. Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* engan waktu jeda pengecoran 120 menit arah horisontal

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Beban puncak (Kg)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDH 2.1.7		7	2452,51	5,35	5,34
CDH 2.2.7		7	2449,74	5,34	
CDH 2.1.14	120	14	3385,49	7,38	6,77
CDH 2.2.14		14	2828,67	6,17	
CDH 2.1.28		28	3554,55	7,75	7,38
CDH 2.2.28		28	3214,41	7	

Tabel 24. Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan waktu jeda pengecoran 240 menit arah vertikal

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Beban puncak (Kg)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDV 4.1.7		7	2020,16	4,4	4,13
CDV 4.2.7		7	1769,72	3,86	
CDV 4.1.14	240	14	1962,71	4,28	5,41
CDV 4.2.14		14	3001,26	6,54	
CDV 4.1.28		28	2997,23	6,53	6,81
CDV 4.2.28		28	3248,68	7,08	

Tabel 25. Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan waktu jeda pengecoran 240 menit arah horizontal

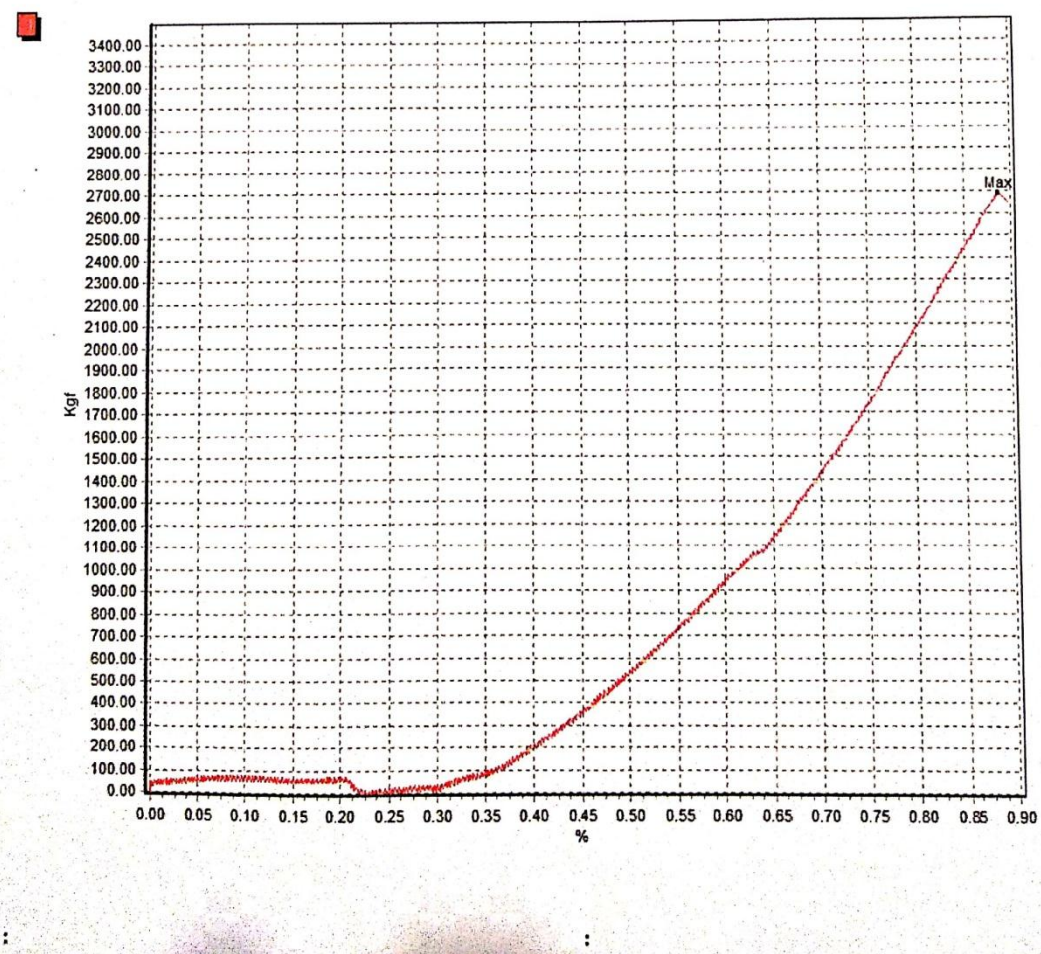
No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Beban puncak (Kg)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDH 4.1.7	240	7	2096,5	4,57	5,39
CDH 4.2.7		7	2851,84	6,21	
CDH 4.1.14		14	2849,33	6,21	6
CDH 4.2.14		14	2662,13	5,8	
CDH 4.1.28		28	3405,39	7,42	
CDH 4.2.28		28	2963,96	6,46	

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 26-Apr-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 1:19:49 PM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2688.84	0.00	1.796



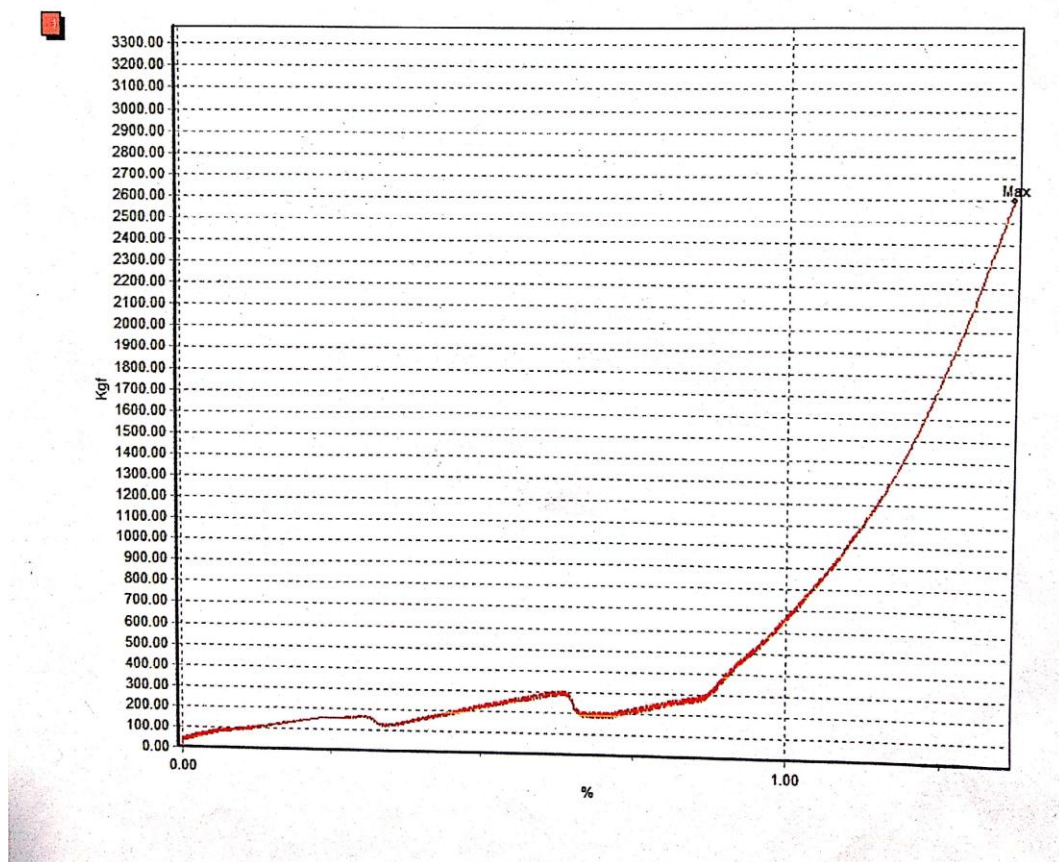
Gambar 6 Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji Normal 7 (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 03-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:15:13 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2597.13	0.00	2.706



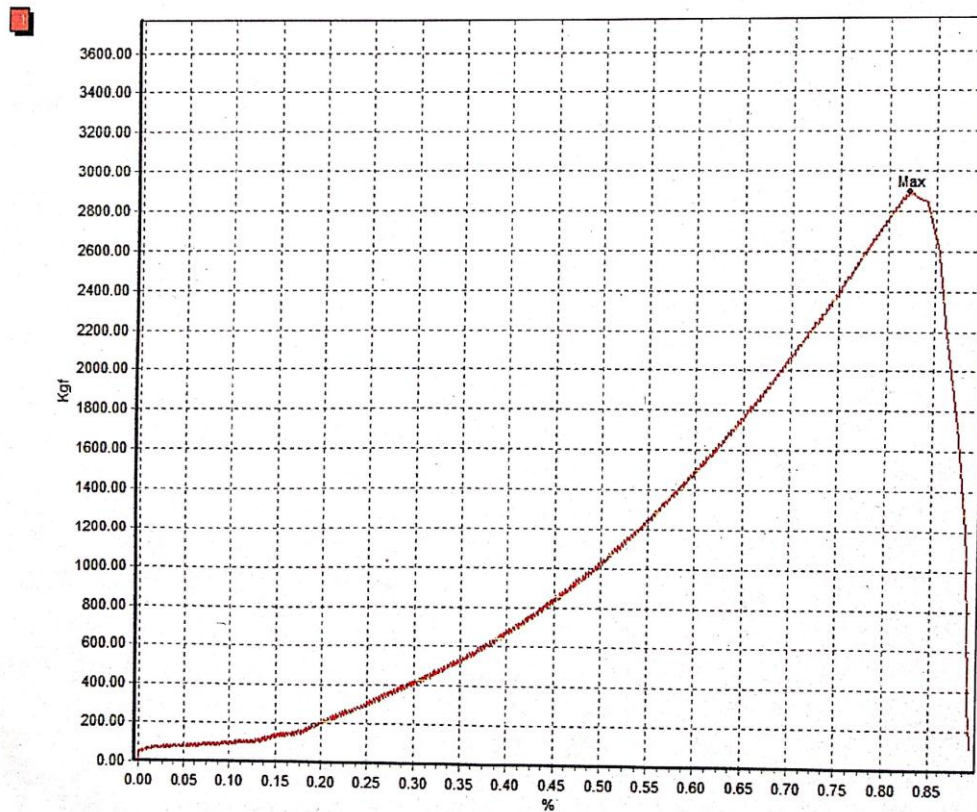
Gambar 7. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji Normal 7 (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: ²⁵~~26~~ Apr-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 1:12:38 PM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2894.68	0.00	1.788



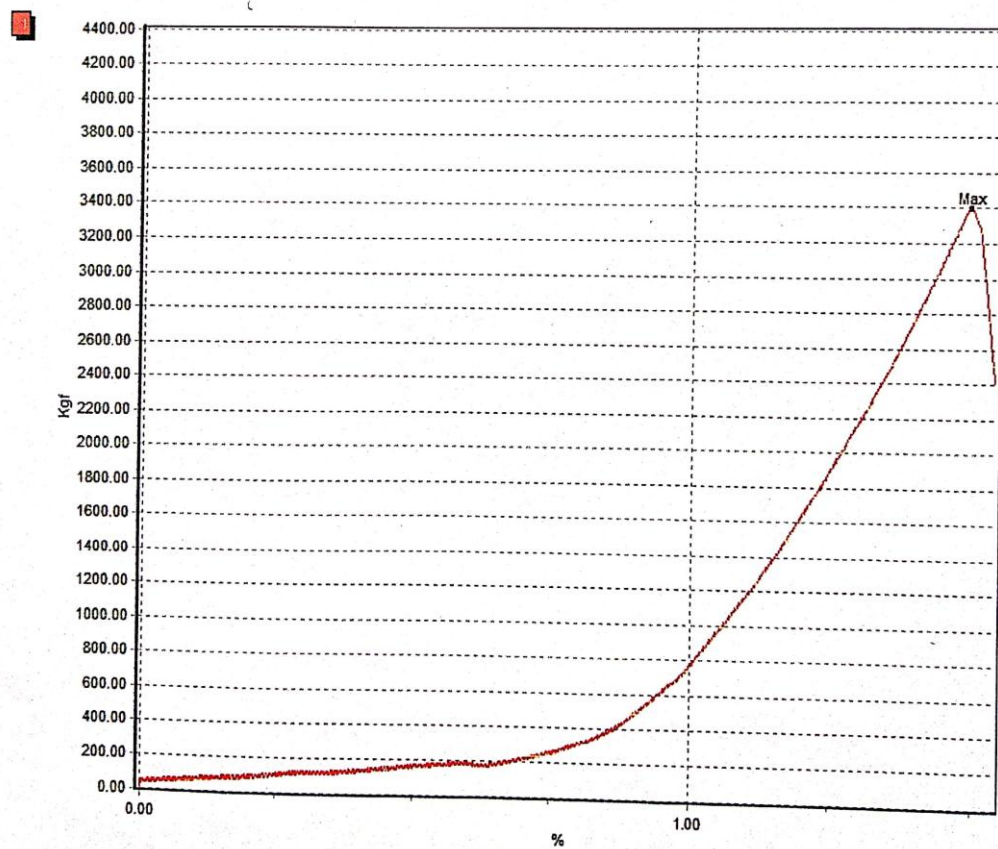
Gambar 8. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji Normal 14 (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 26-Apr-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 1:14:10 PM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3396.07	0.00	3.078



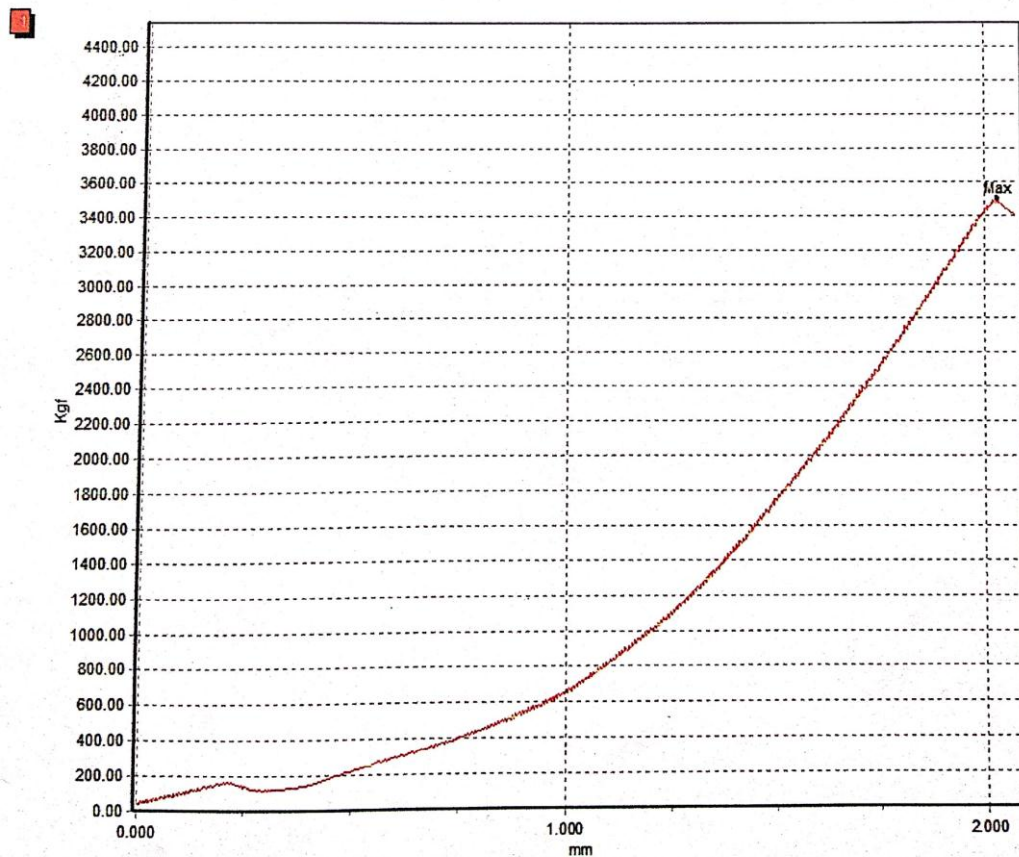
Gambar 9. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji Normal 14 (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 26-Apr-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 1:18:10 PM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3495.34	0.00	2.072



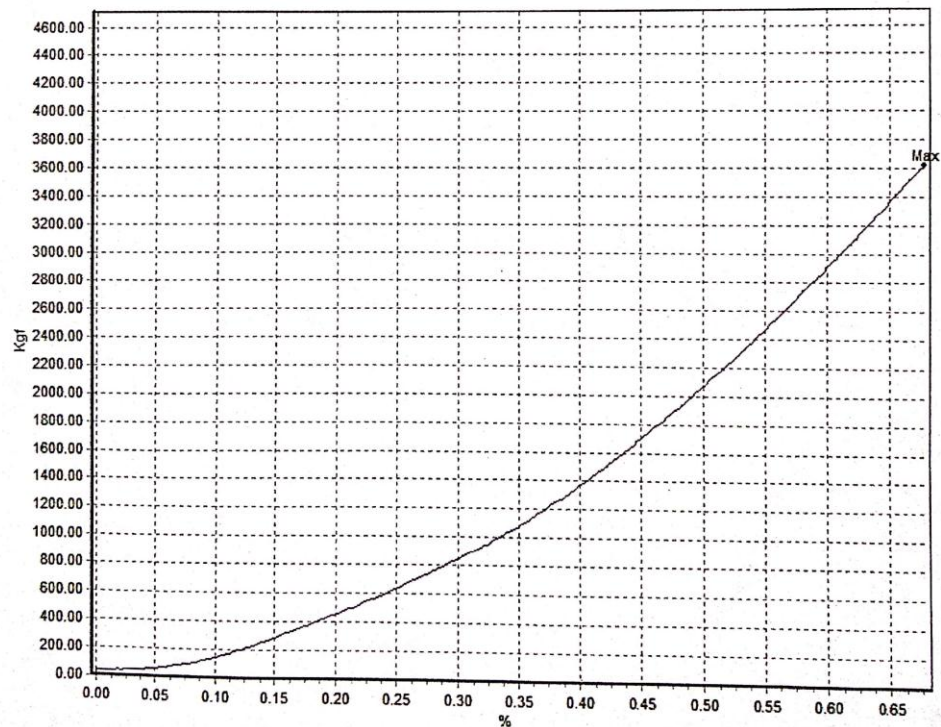
Gambar 10. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji Normal 28 (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:49:40 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2449.74	0.00	0.804
2	22500.000	3236.84	0.00	1.322
3	22500.000	3214.41	0.00	1.754
4	22500.000	3623.08 ✓	0.00	1.354



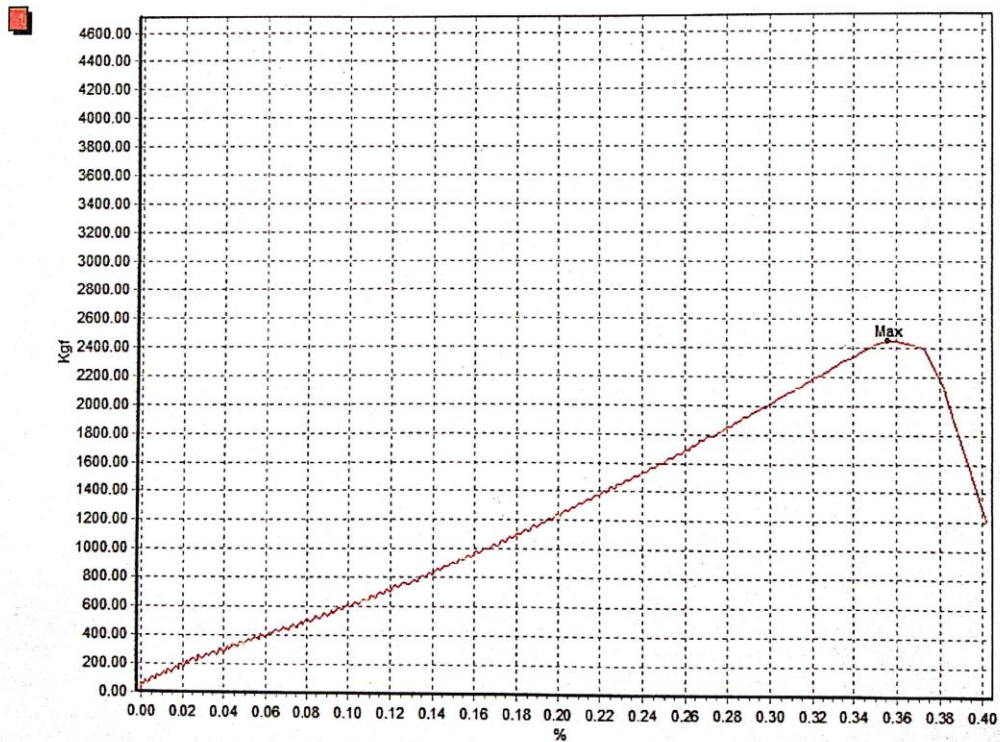
Gambar 11. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji Normal 28 (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
 Speed: 100.00
 Meterial Name: Lentur btn

Test Time: 9:49:40 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2449.74 ✓	0.00	0.804
2	22500.000	3236.84	0.00	1.322
3	22500.000	3214.41	0.00	1.754
4	22500.000	3623.08	0.00	1.354



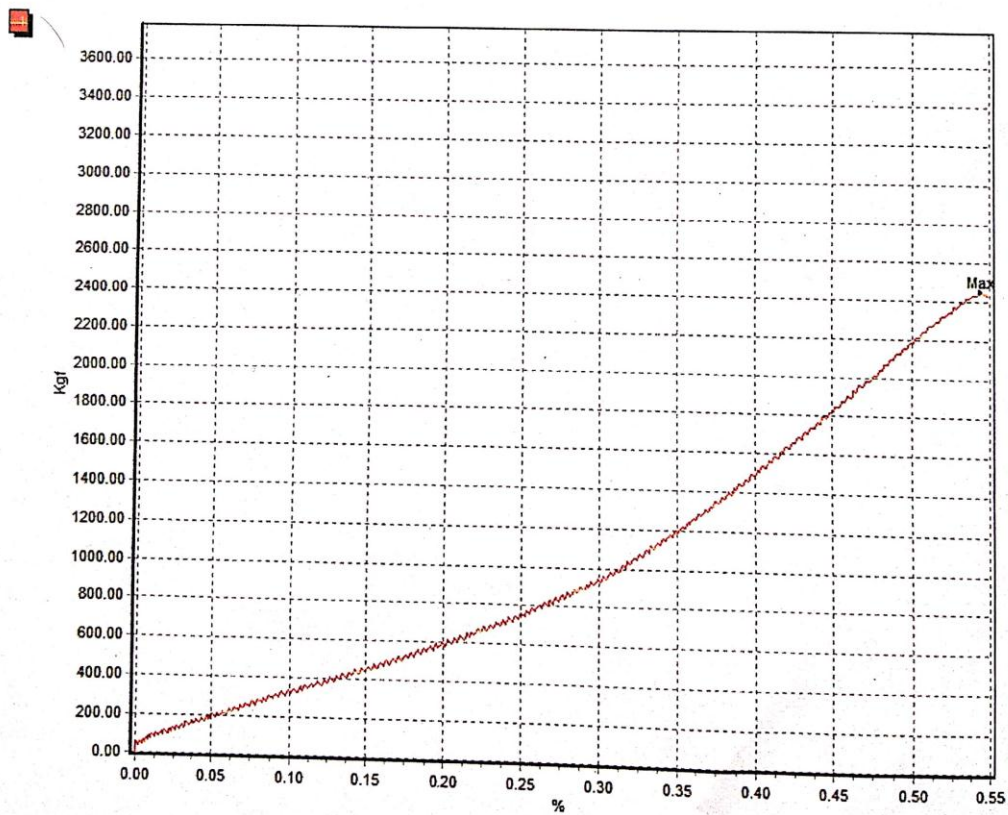
Gambar 12. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 120 menit pada umur 7 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 14-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:58:27 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2452.51 ✓	0.00	1.122
2	22500.000	2910.31	0.00	0.968



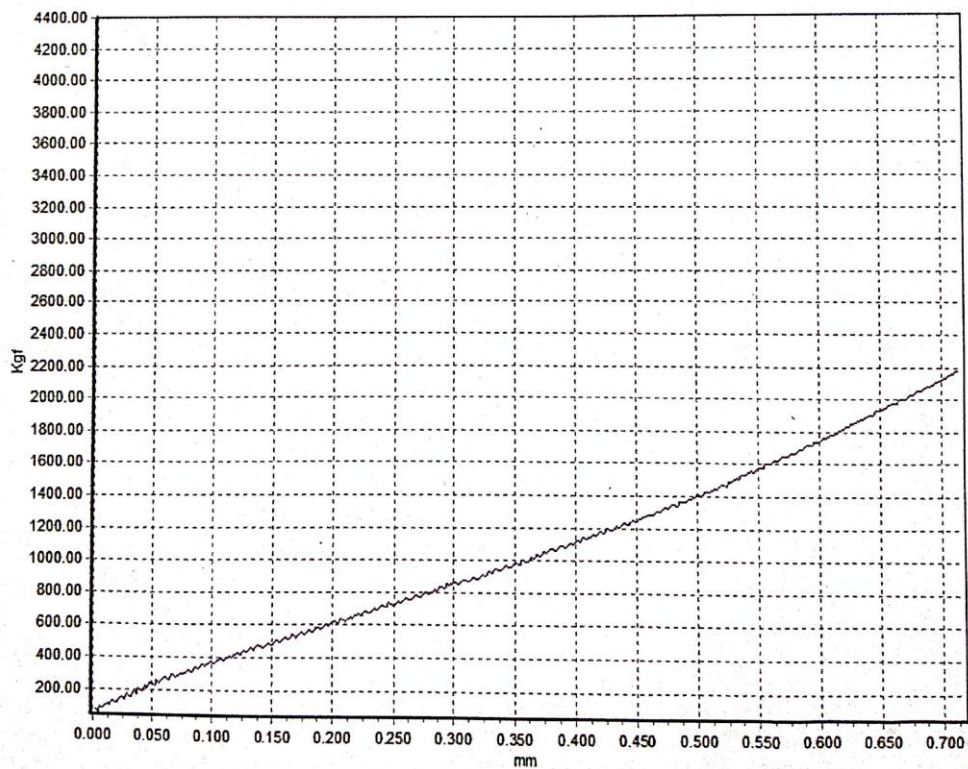
Gambar 13. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 120 menit pada umur 7 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:34:05 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2625.35	0.00	1.450
2	22500.000	2828.67	0.00	1.426
3	22500.000	3385.49	0.00	2.250
4	22500.000	2183.42 ✓	0.00	0.714



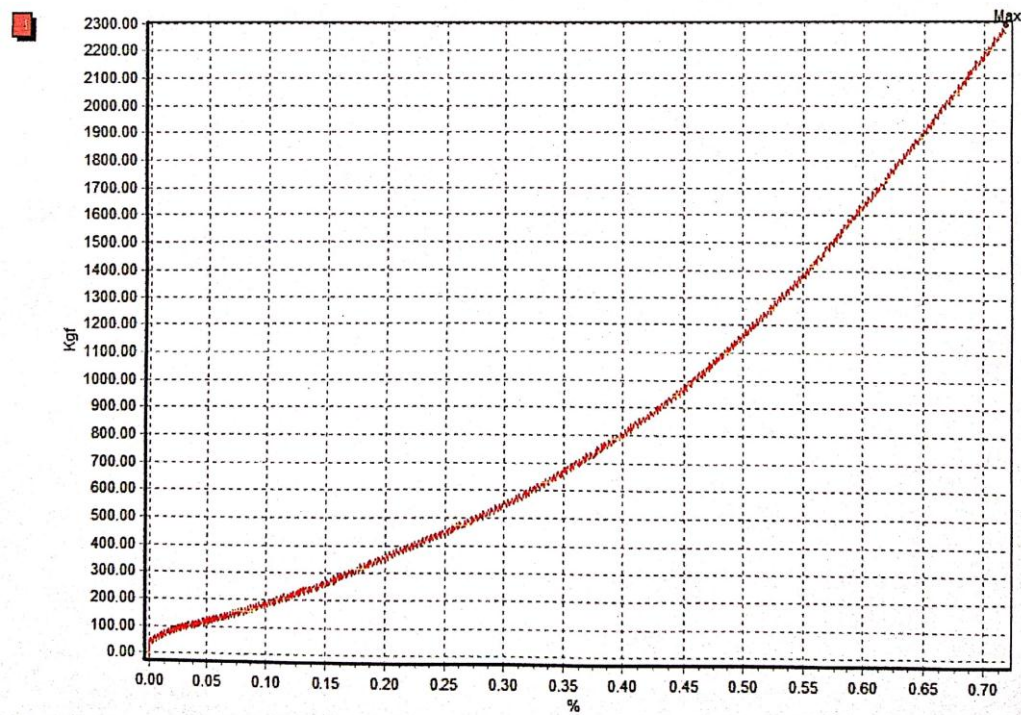
Gambar 14. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 120 menit pada umur 7 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:48:33 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2288.23 ✓	0.00	1.436
2	22500.000	1962.71	0.00	0.784
3	22500.000	2849.33	0.00	2.676
4	22500.000	2326.03	0.00	1.086
5	22500.000	2997.23	0.00	2.294
6	22500.000	3405.39	0.00	1.936



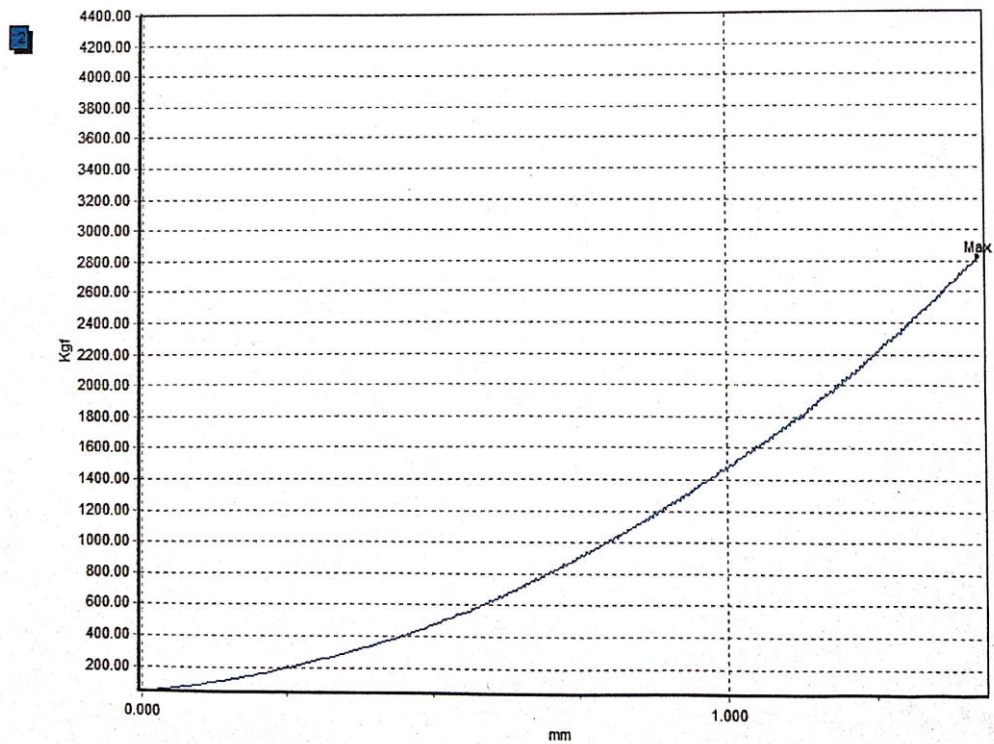
Gambar 15. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 120 menit pada umur 7 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:34:05 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2625.35	0.00	1.450
2	22500.000	2828.67 ✓	0.00	1.426
3	22500.000	3385.49	0.00	2.250
4	22500.000	2183.42	0.00	0.714



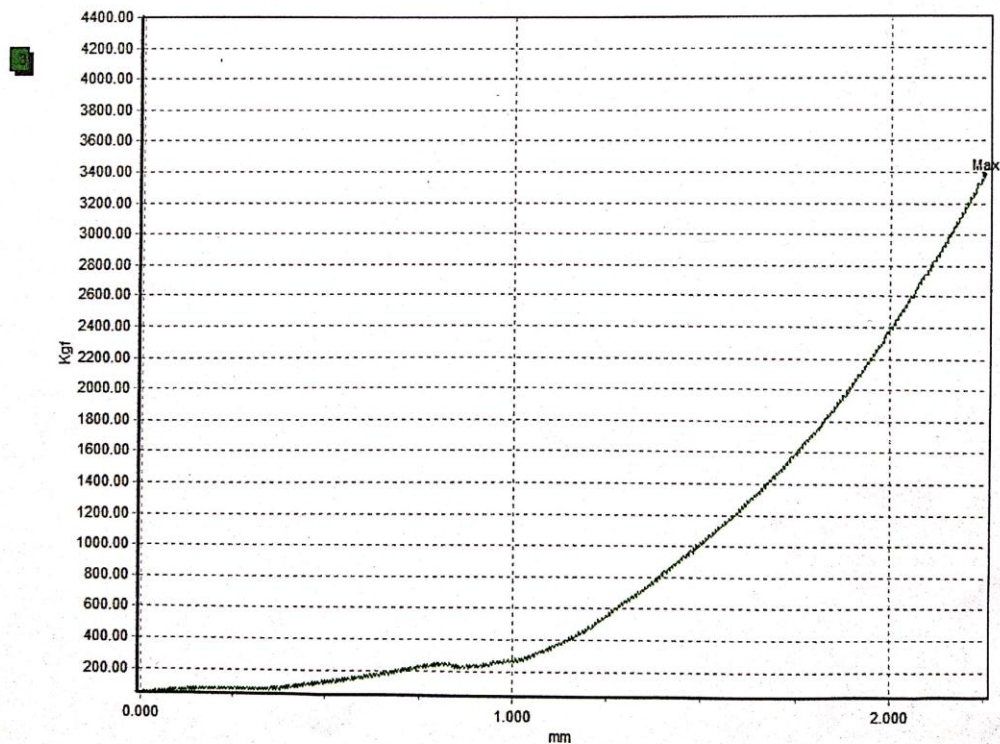
Gambar 16. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 120 menit pada umur 14 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:34:05 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2625.35	0.00	1.450
2	22500.000	2828.67	0.00	1.426
3	22500.000	3385.49 ✓	0.00	2.250
4	22500.000	2183.42	0.00	0.714



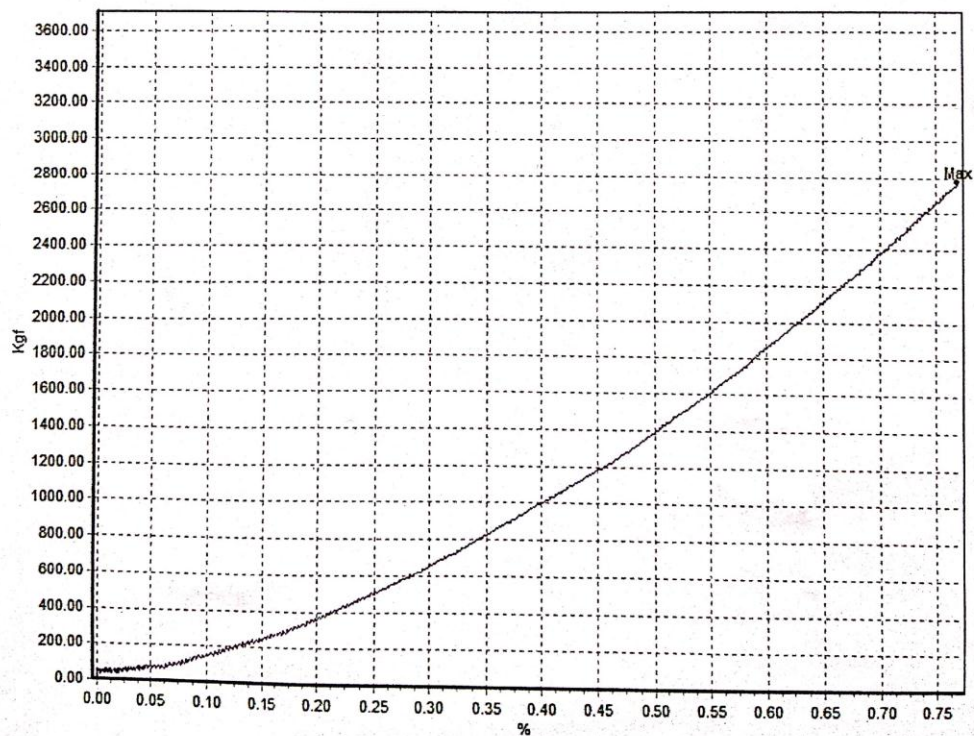
Gambar 17. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 120 menit pada umur 14 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 16-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 8:24:21 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2662.13	0.00	1.358
2	22500.000	2851.85	0.00	1.334
3	22500.000	1769.72	0.00	0.644
4	22500.000	2772.99 ✓	0.00	1.536
5	22500.000	2716.05	0.00	1.748



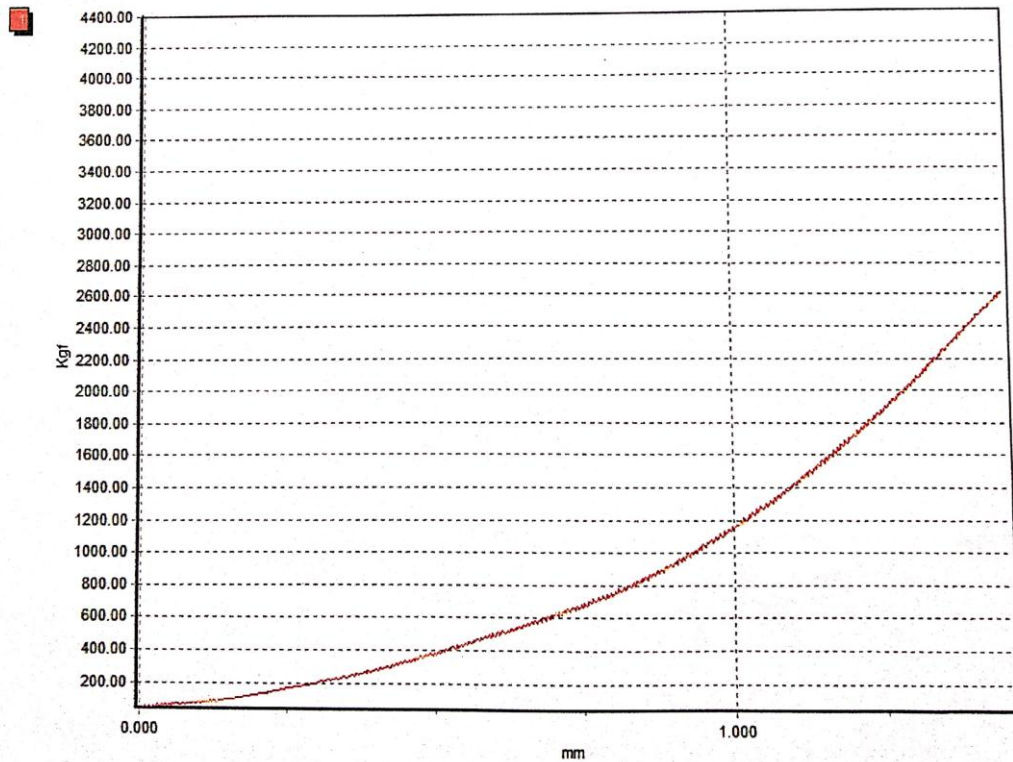
Gambar 18. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 120 menit pada umur 14 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:34:05 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2625.35 ✓	0.00	1.450
2	22500.000	2828.67	0.00	1.426
3	22500.000	3385.49	0.00	2.250
4	22500.000	2183.42	0.00	0.714



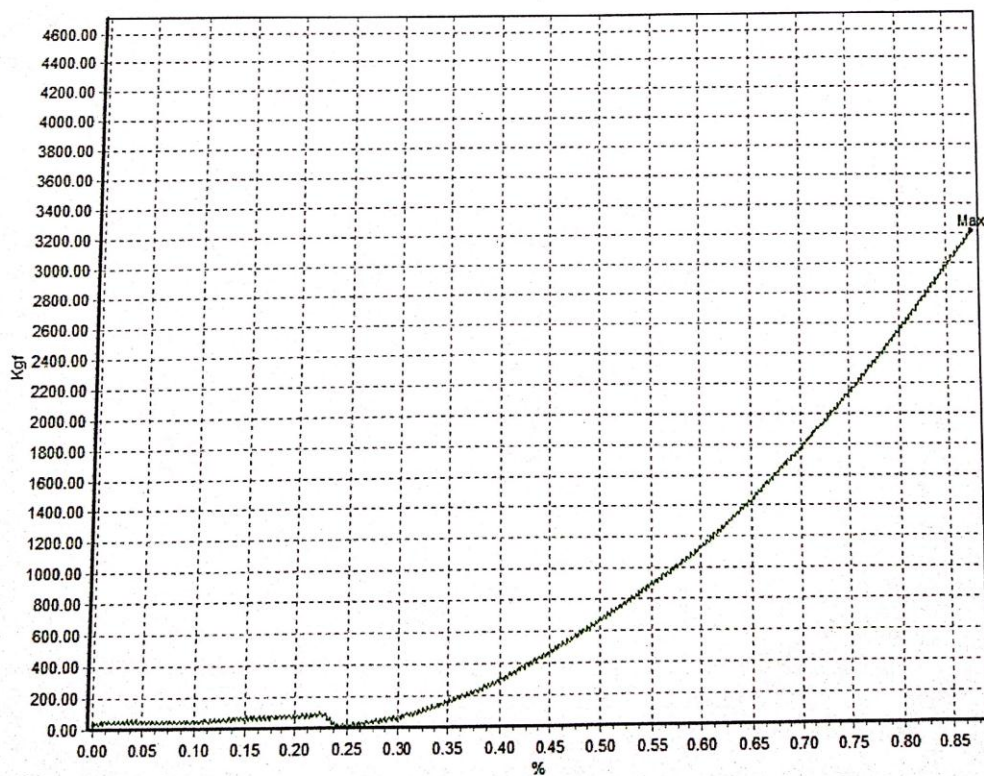
Gambar 19. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 120 menit pada umur 14 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:49:40 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2449.74	0.00	0.804
2	22500.000	3236.84	0.00	1.322
3	22500.000	3214.41 ✓	0.00	1.754
4	22500.000	3623.08	0.00	1.354



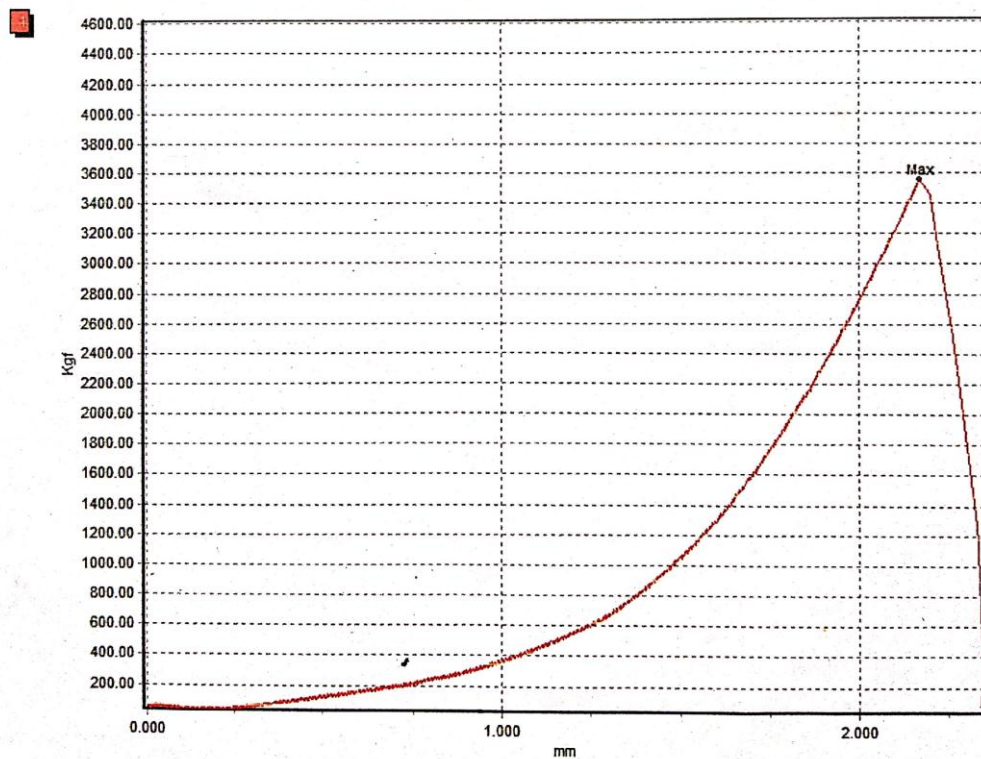
Gambar 20. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 120 menit pada umur 28 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-Apr-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 10:45:16 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3554.55 ✓	0.00	2.350
2	22500.000	3257.50	0.00	1.306
3	22500.000	2963.97	0.00	1.602



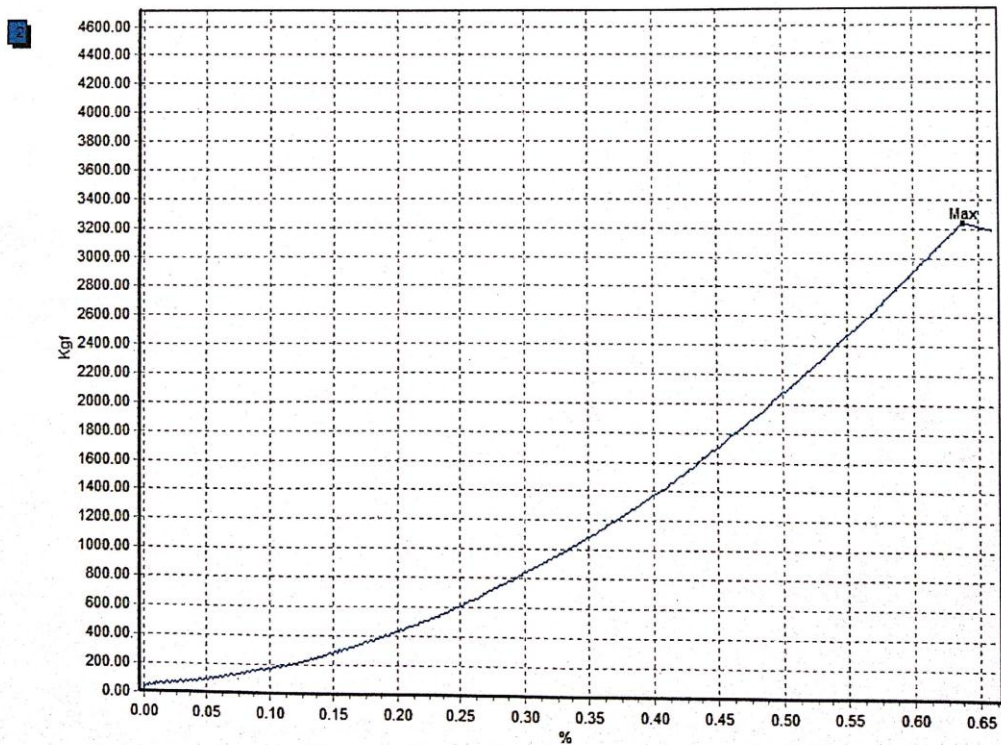
Gambar 21. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 120 menit pada umur 28 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 21-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:49:40 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2449.74	0.00	0.804
2	22500.000	3236.84 ✓	0.00	1.322
3	22500.000	3214.41	0.00	1.754
4	22500.000	3623.08	0.00	1.354



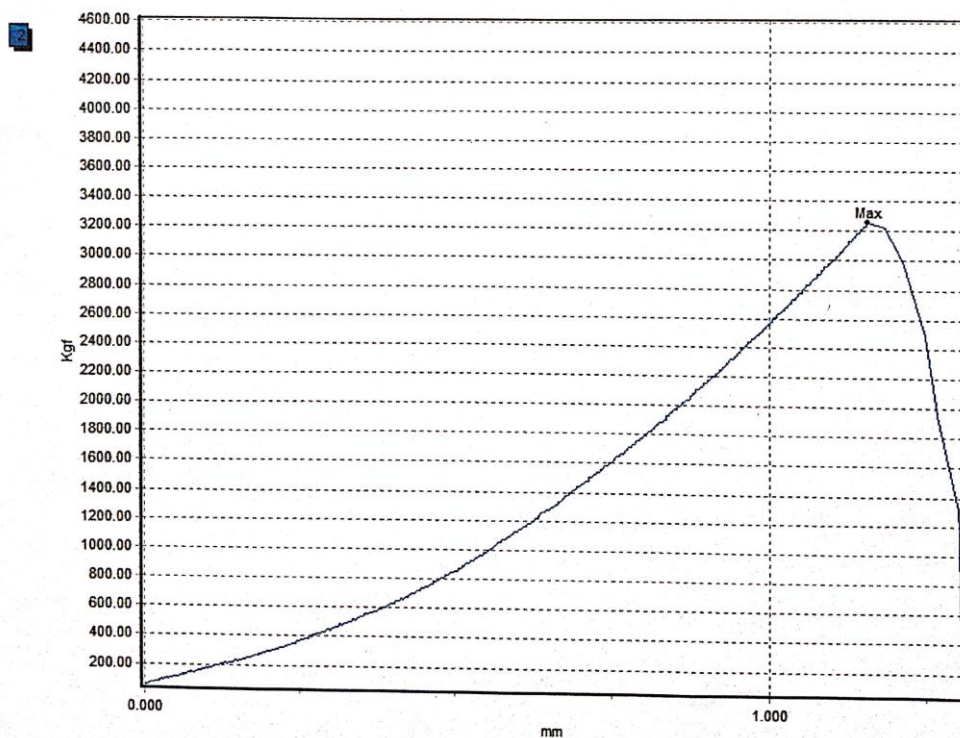
Gambar 22. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 120 menit pada umur 28 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-Apr-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 10:45:16 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3554.55	0.00	2.350
2	22500.000	3257.50 ✓	0.00	1.306
3	22500.000	2963.97	0.00	1.602



Gambar 23. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 120 menit pada umur 28 hari (2)

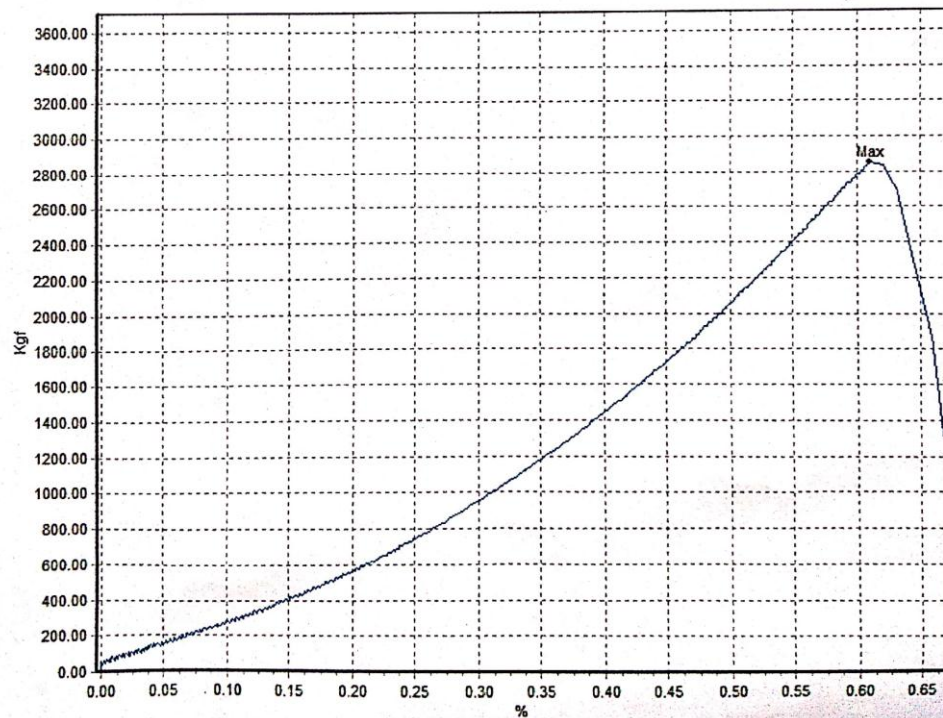
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

C04.Y27

Test Date: 16-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 8:24:21 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2662.13	0.00	1.358
2	22500.000	2851.85 ✓	0.00	1.334
3	22500.000	1769.72	0.00	0.644
4	22500.000	2772.99	0.00	1.536
5	22500.000	2716.05	0.00	1.748



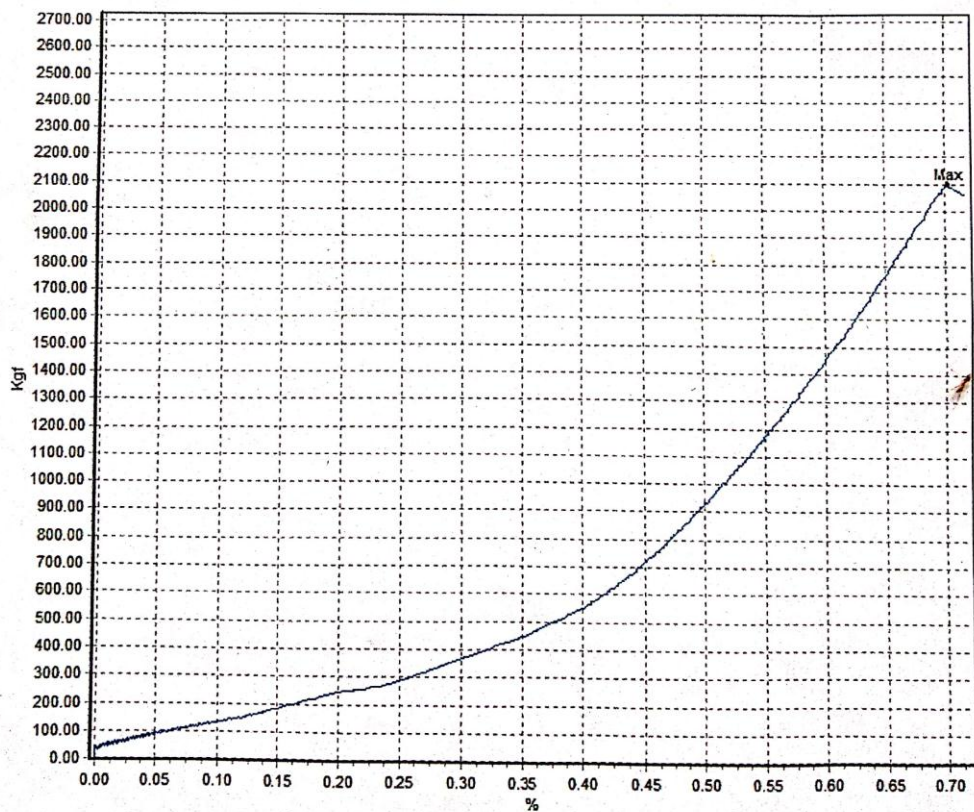
Gambar 24. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 240 menit pada umur 7 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 28-Mar-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 10:22:10 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2020.16	0.00	1.708
2	22500.000 ✓	2096.50	0.00	1.432



Gambar 25. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 240 menit pada umur 7 hari (2)

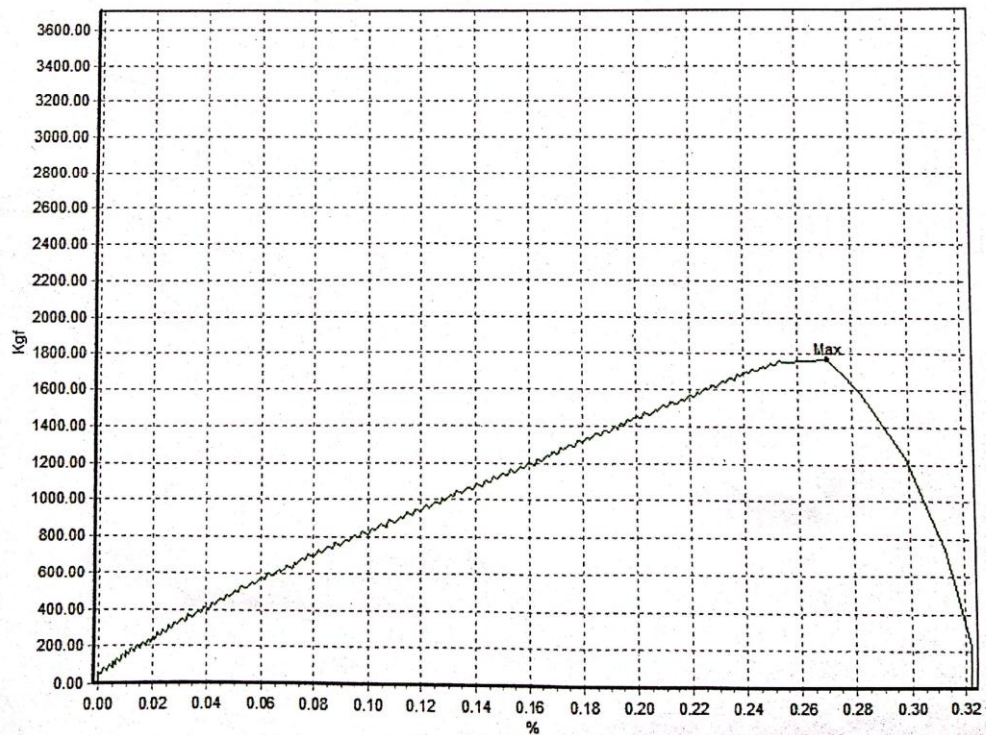
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 16-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

CDM Y 27

Test Time: 8:24:21 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2662.13	0.00	1.358
2	22500.000	2851.85	0.00	1.334
3	22500.000	1769.72 ✓	0.00	0.644
4	22500.000	2772.99	0.00	1.536
5	22500.000	2716.05	0.00	1.748



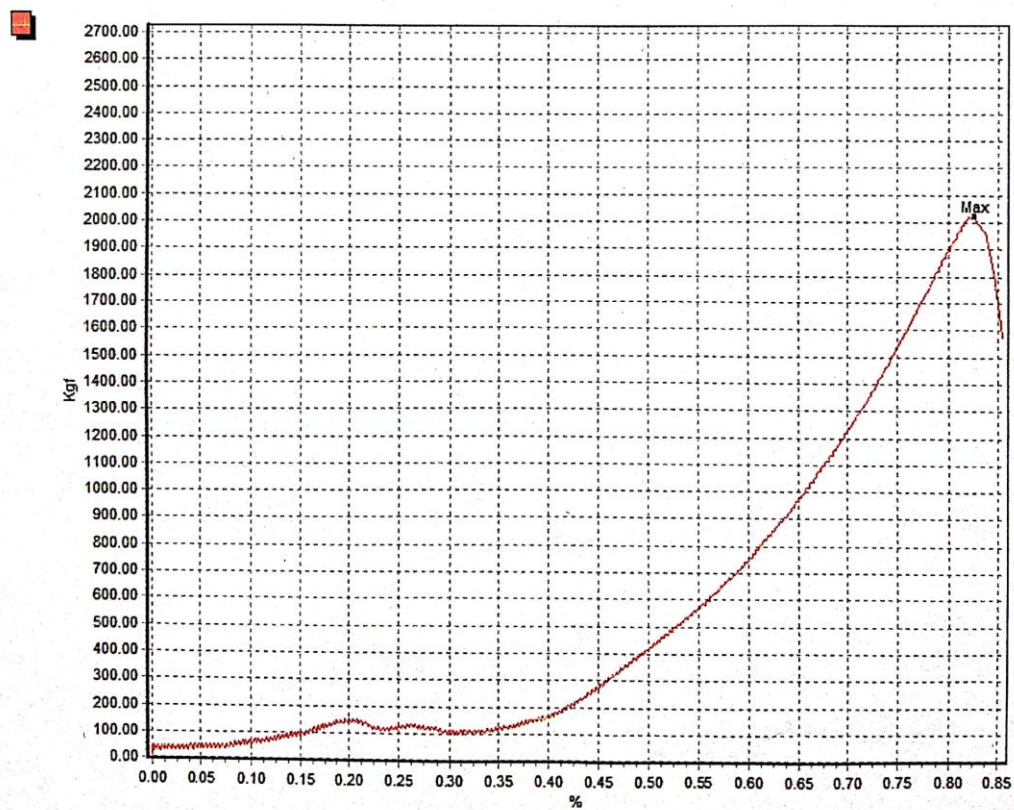
Gambar 26. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 240 menit pada umur 7 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 28-Mar-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 10:22:10 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2020.16 ✓	0.00	1.708
2	22500.000	2096.50	0.00	1.432



Gambar 27. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 240 menit pada umur 7 hari (2)

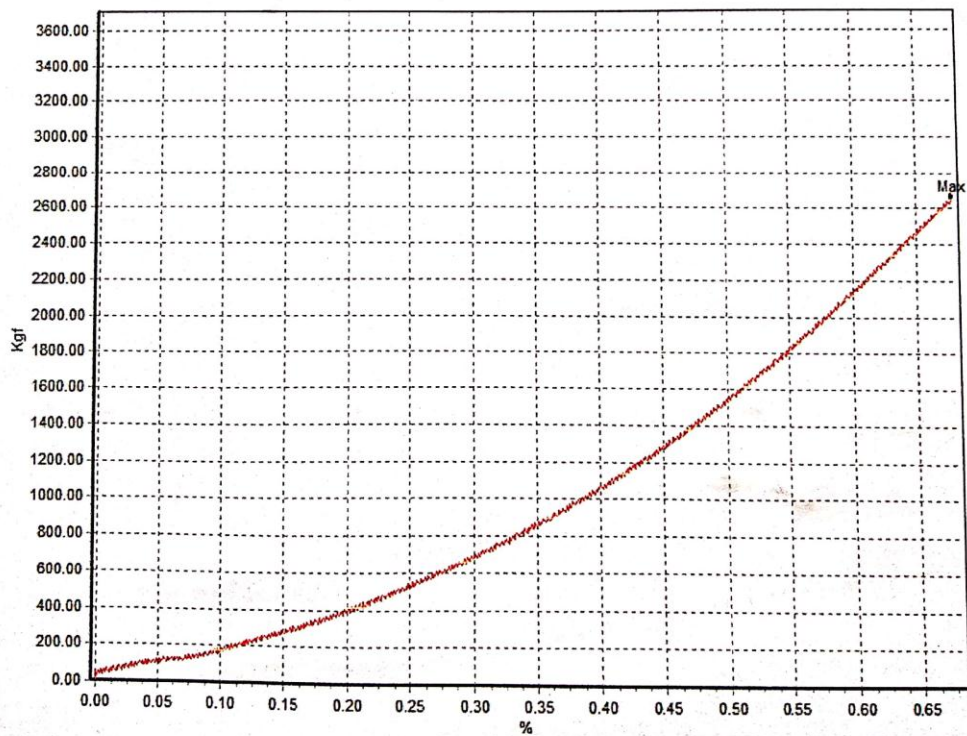
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

CPN 3-2019

Test Date: 16-May-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 8:24:21 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2662.13 ✓	0.00	1.358
2	22500.000	2851.85	0.00	1.334
3	22500.000	1769.72	0.00	0.644
4	22500.000	2772.99	0.00	1.536
5	22500.000	2716.05	0.00	1.748



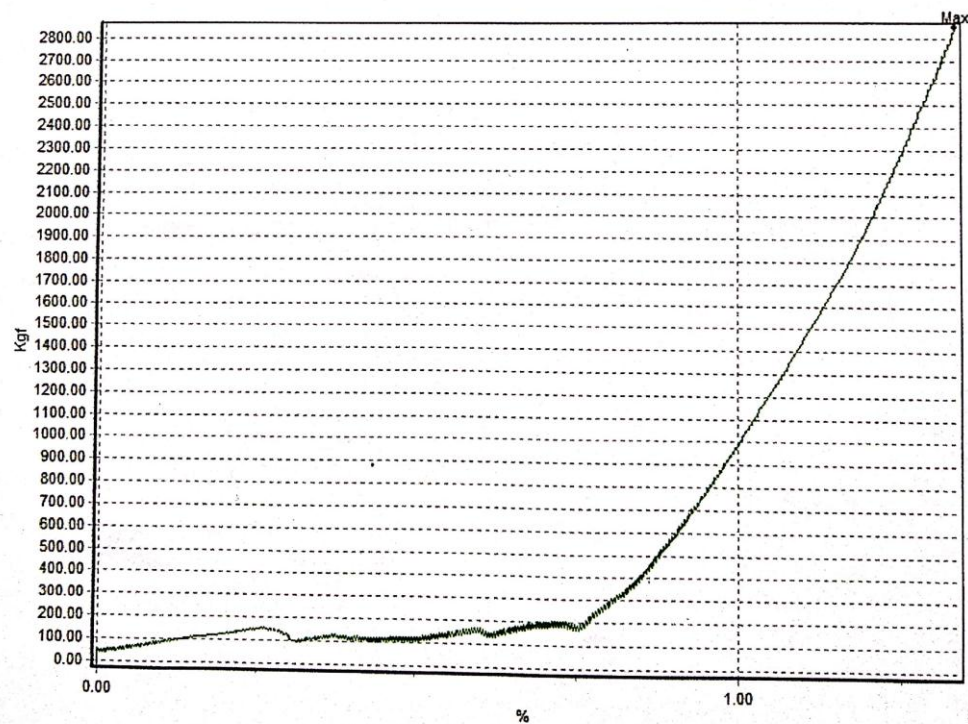
Gambar 28. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 240 menit pada umur 14 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-May-19
 Speed: 100.00
 Meterial Name: Lentur btn

Test Time: 9:48:33 AM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2288.23	0.00	1.436
2	22500.000	1962.71	0.00	0.784
3	22500.000	2849.33 ✓	0.00	2.676
4	22500.000	2326.03	0.00	1.086
5	22500.000	2997.23	0.00	2.294
6	22500.000	3405.39	0.00	1.936



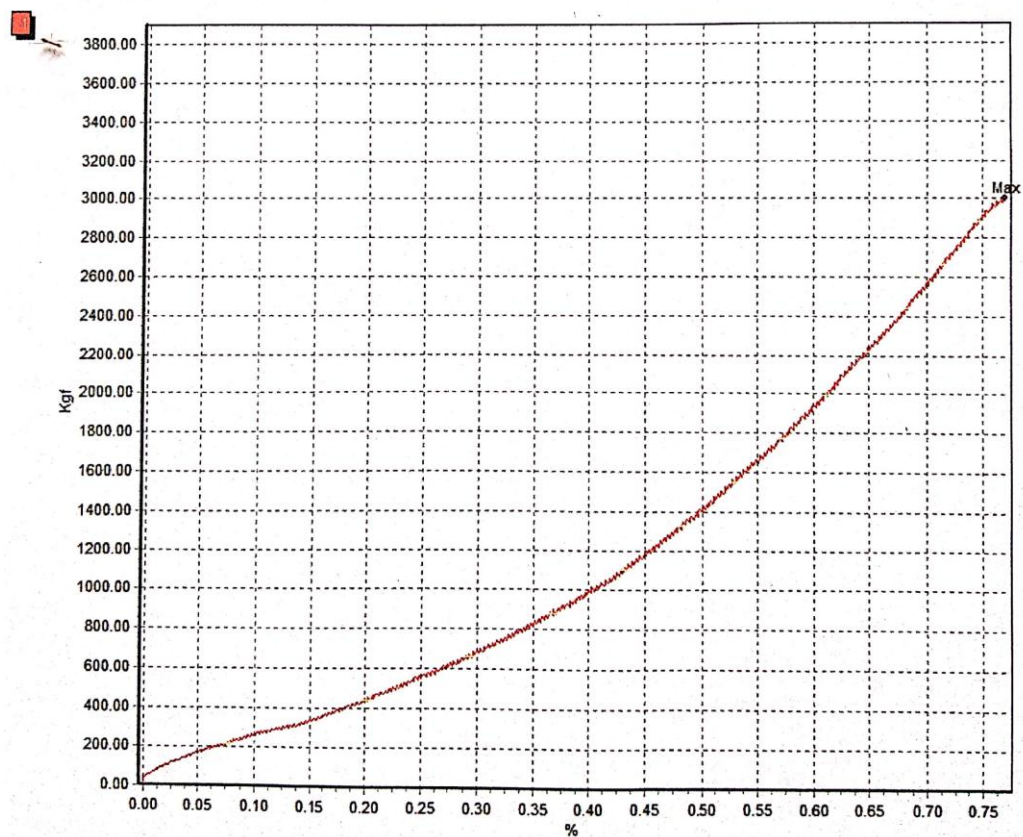
Gambar 29. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 240 menit pada umur 14 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 26-Apr-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 1:16:32 PM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3001.26	0.00	1.540



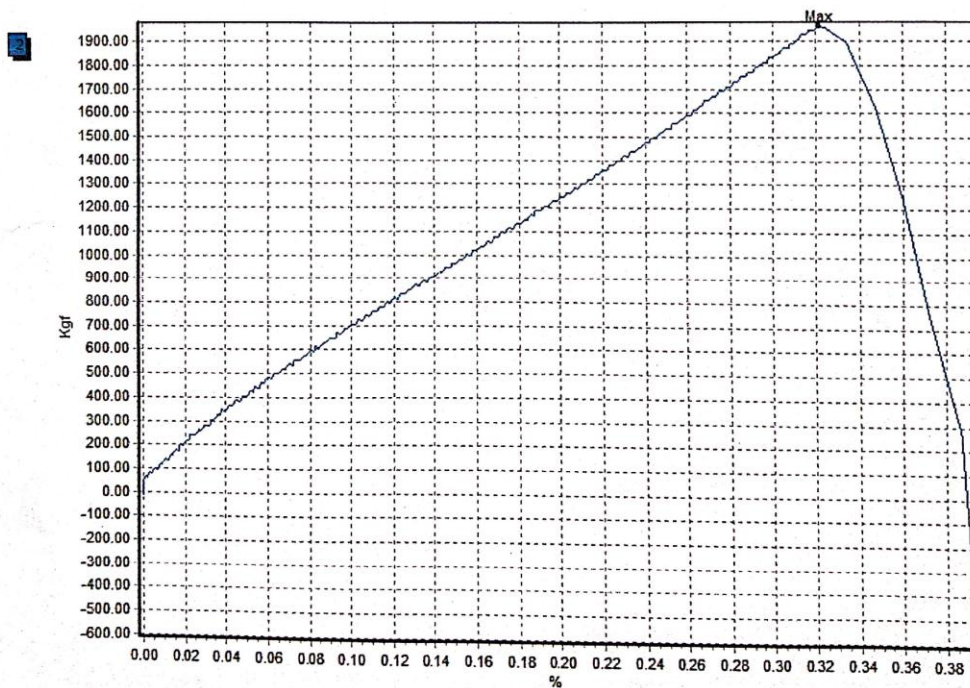
Gambar 30. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 240 menit pada umur 14 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:48:33 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2288.23	0.00	1.436
2	22500.000	1962.71 ✓	0.00	0.784
3	22500.000	2849.33	0.00	2.676
4	22500.000	2326.03	0.00	1.086
5	22500.000	2997.23	0.00	2.294
6	22500.000	3405.39	0.00	1.936



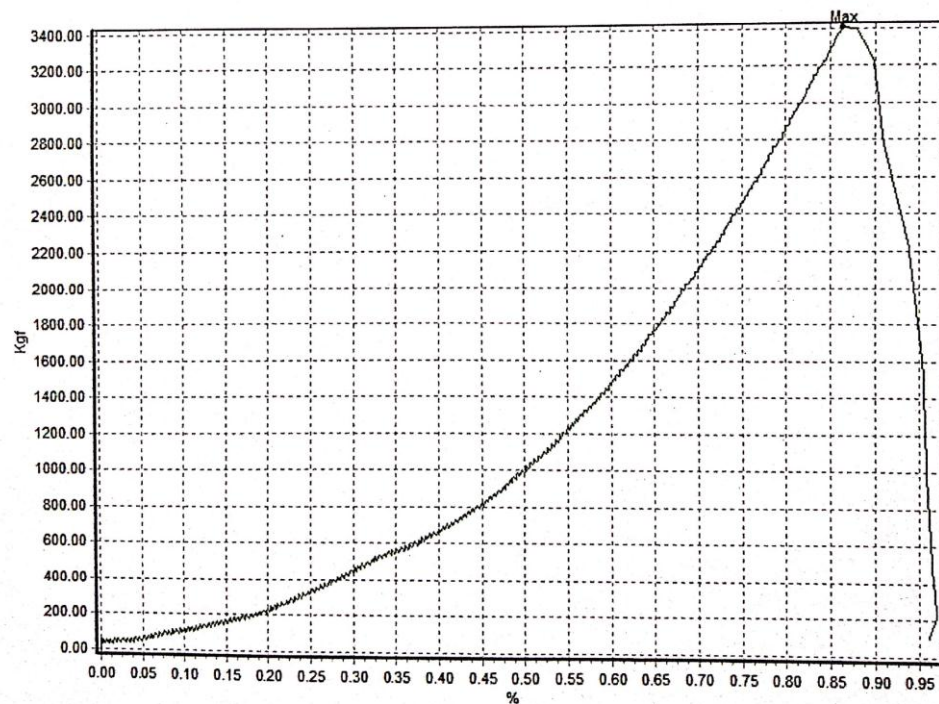
Gambar 31. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 240 menit pada umur 14 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:48:33 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2288.23	0.00	1.436
2	22500.000	1962.71	0.00	0.784
3	22500.000	2849.33	0.00	2.676
4	22500.000	2326.03	0.00	1.086
5	22500.000	2997.23	0.00	2.294
6	22500.000	3405.39 ✓	0.00	1.936



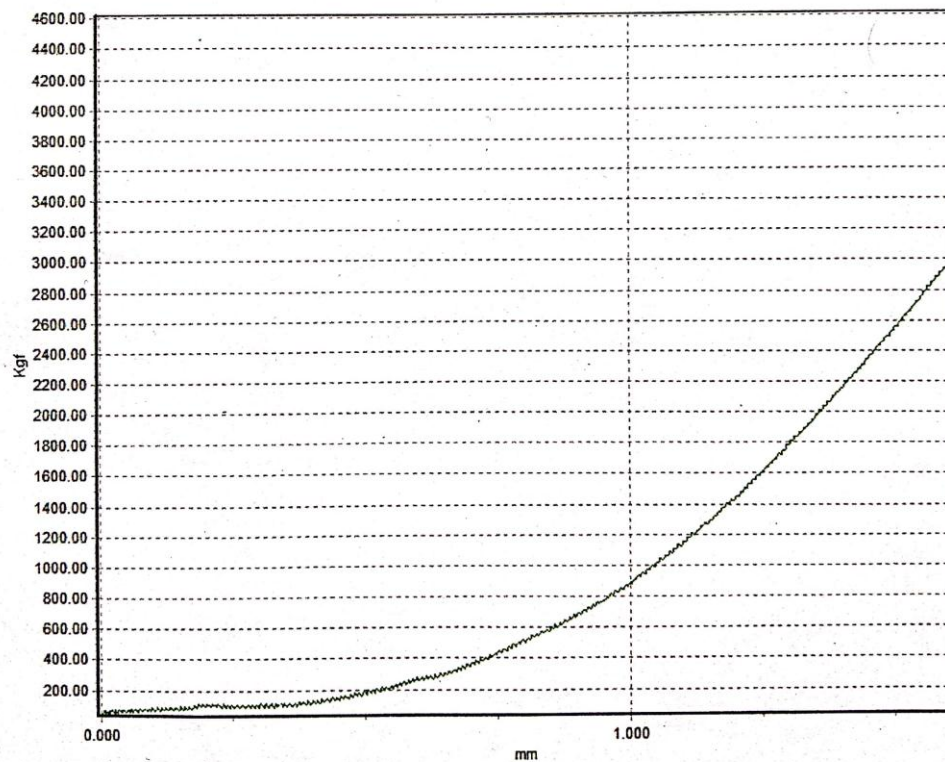
Gambar 32. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 240 menit pada umur 28 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-Apr-19
 Speed: 100.00
 Meterial Name: Lentur btn

Test Time:10:45:16 AM
 Jig distance:200.000 mm
 Customer:Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3554.55	0.00	2.350
2	22500.000	3257.50	0.00	1.306
3	22500.000	2963.97 ✓	0.00	1.602



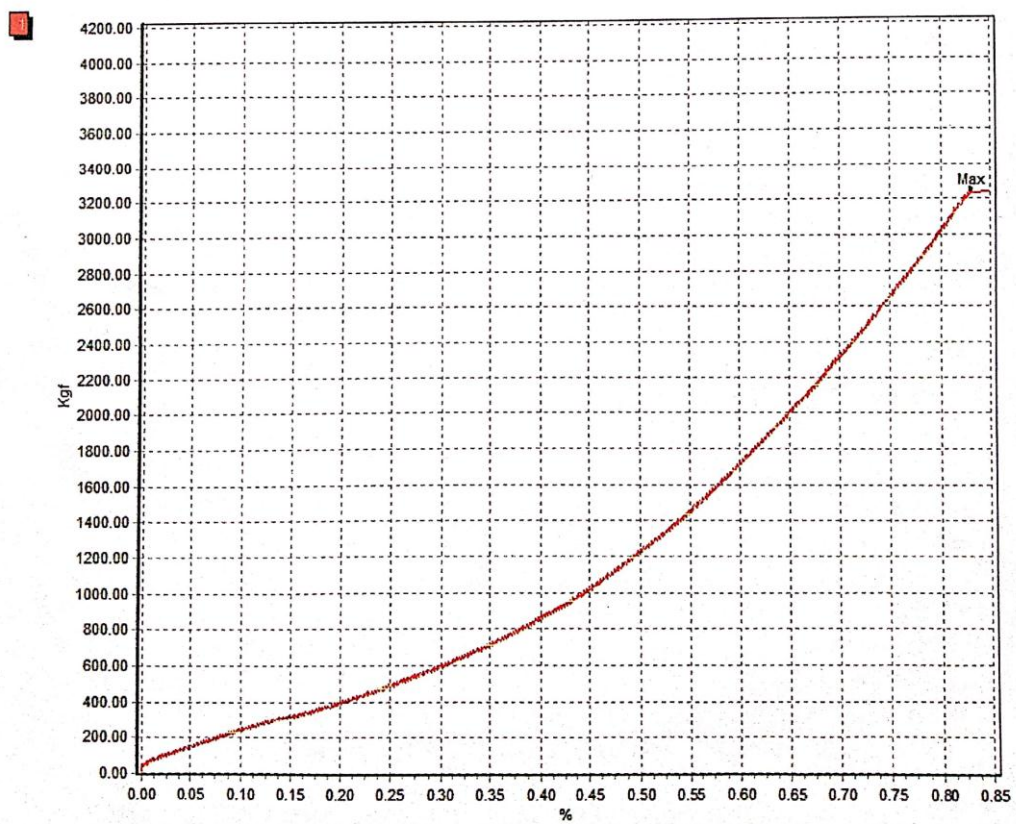
Gambar 33. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* horizontal waktu jeda 240 menit pada umur 28 hari (2)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 25-Apr-19
 Speed: 100.00
 Material Name: Lentur btn

Test Time: 2:00:50 PM
 Jig distance: 200.000 mm
 Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	3248.68	0.00	1.700



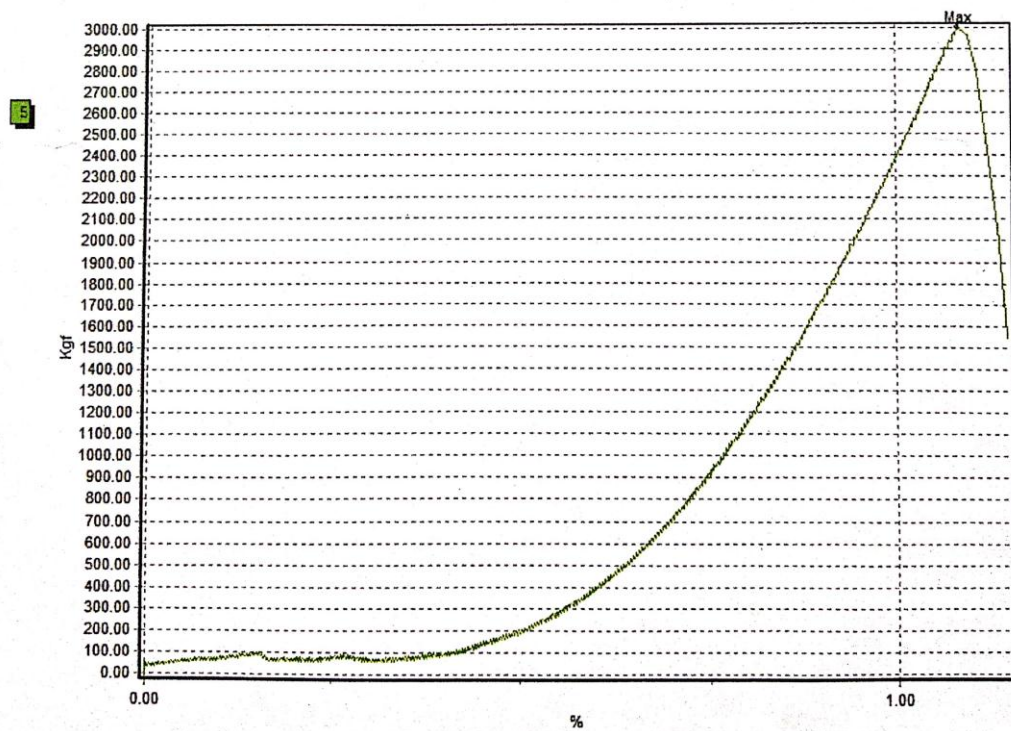
Gambar 34. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 240 menit pada umur 28 hari (1)

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Teknik Sipil, Lab Konstruksi dan Bahan

Test Date: 18-May-19
Speed: 100.00
Material Name: Lentur btn

Test Time: 9:48:33 AM
Jig distance: 200.000 mm
Customer: Good Company

	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	Compression Strength (MPa)	Displacement (mm)
1	22500.000	2288.23	0.00	1.436
2	22500.000	1962.71	0.00	0.784
3	22500.000	2849.33	0.00	2.676
4	22500.000	2326.03	0.00	1.086
5	22500.000	2997.23 ✓	0.00	2.294
6	22500.000	3405.39	0.00	1.936



Gambar 35. Hubungan beban dan *displacement* pada benda uji *cold joint* vertikal waktu jeda 240 menit pada umur 28 hari (2)