

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian tentang perilaku sambungan balok pracetak dengan perkuatan plat dan CFRP sebagai bahan perkuatan tambahan dimana dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kapasitas sambungan balok Tipe I dapat menahan beban aksial sebesar 4277,137 kg Sedangkan sambungan balok Tipe II sebesar 2782,718 kg serta sambungan balok Tipe III sebesar 3553,875 kg.
2. Kapasitas sambungan balok dengan simulasi abaqus mendapatkan hasil lebih besar dari hasil experiment.
3. Kapasitas sambungan balok Tipe II lebih besar dari sambungan balok Tipe III dikarenakan dengan adanya penambahan bahan perkuatan CFRP pada daerah sambungan balok Tipe III.
4. Keruntuhan yang terjadi pada balok Tipe I, II, dan III adalah keruntuhan akibat beban lentur.

6.2.Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas penulis dapat memberikan beberapa saran yang akan menjadi bahan penelitian selanjutnya diantaranya :

1. Kegagalan yang terjadi pada penelitian ini adalah keruntuhan beton akibat beban terpusat dimana terjadi pada tengah bentang pada balok normal Tipe I.
2. Sambungan balok Tipe II dan III terdapat kegagalan lentur yang tidak terjadi ditengah bentang atau sambungan balok namun terjadi diluar sambungan balok maka perlu dilakukan analisa ulang agar mendapatkan dimensi yang maksimal.
3. Diharapkan teliti dalam melakukan pengujian material beton, prencanaan mix design, dan pada waktu pengujian balok.
4. Diharapkan dilakukan pemodelan abaqus terlebih dahulu sehingga dapat menjadi acuan pada pengujian balok experiment.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 440.2R-08. (2008). *Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening existing structures*. ACI committee 440.
- Agaton, A., & Tarigan, J. (2017). (n.d.). Analisis dan Eksperimental Penggunaan CFRP Tipe Wrap pada Perkuatan Lentur Balok Beton, (5).
- Asngali, B. (2016). Kekuatan Sambungan AL / CFRP Menggunakan Adhesif Epoksi / Serbuk-AL dengan Variasi Pressure Level, 1(1), 65–70.
- Barros, J. A. O., Dias, S. J. E., & Lima, J. L. T. (2007). E FFI keampuhan teknik berbasis CFRP untuk fleksural dan penguatan geser balok beton, 29, 203–217.
- Broughton, J. G., Beevers, A., & Hutchinson, A. R. (1997). Carbon-fibre-reinforced plastic (CFRP) strengthening of aluminium extrusions. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 17(3), 269–278.
[https://doi.org/10.1016/S0143-7496\(97\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0143-7496(97)00020-1)
- Carolin, A. (2003). Carbon Fibre Reinforced Polymers for Strengthening Of Structural Elements.
- Chaallal, O., Nollet, M., & Perraton, D. (1999). Penguatan balok beton bertulang dengan piring-diperkuat plastik fiber terikat secara eksternal : pedoman desain untuk geser dan lentur, 704(1998), 692–704.
- Dai, J., Gao, W., Teng, J. G., & Asce, M. (2015). Elemen Hingga Pemodelan Insulated FRP-Diperkuat RC Balok Terkena Api, 04014046(15), 1–15.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2002). Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. *Standar Nasional Indonesia*.
- Feldman, D., dan Hartomo, A. J., 1995, Bahan PolimerKonstruksi Bangunan, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 117 pp.
- Hioe, H. (n.d.). Perkuatan Struktur Dengan Carbon Fiber Reinforced Polymer,
- Jacobs, J.A., dan Kilduff, T.F., 1997, Engineering Materials Technology Structures, Processing, Properties & Selections, by Prentice-Hall Inc. Simon & Schuster/ A. Viacom Company Upper Saddle River, New Jersey.
- Johannes Tarigan, F. M. P. and T. S. (2017). Technical and Economic Assessment of the Implementation of Measures for Reducing Energy Losses in Distribution Systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 73(1), 012018.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/>

Khalifa, A., Gold, W. J., Nanni, A., & M.I., A. A. (1998). Contribution of Externally Bonded FRP to Shear Capacity of RC Flexural Members. *Journal of Composites for Construction*, 2(4), 195–202.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0268\(1998\)2:4\(195\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0268(1998)2:4(195))

Kuriger, R. J., Alam, M. K., Anderson, D. P., & Jacobsen, R. L. (2002). Processing and characterization of aligned vapor grown carbon fiber reinforced polypropylene. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 33(1), 53–62. [https://doi.org/10.1016/S1359-835X\(01\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S1359-835X(01)00070-7)

Munaf D.R., Suraatmadja D., and Shana N., (2002). (2002). The investigation of beam to beam connection of precast concrete element under monotonic and cyclic loading The investigation of beam to beam connection of precast concrete element under monotonic and cyclic loading.

Nawy, E.G., 1990, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, PT. Eresco, Bandung, 763 pp.

Ovitigala, T., Ibrahim, M. A., & Issa, M. A. (2016). Serviceability and ultimate load behavior of concrete beams reinforced with basalt fiber-reinforced polymer bars. *ACI Structural Journal*, 113(4), 757–768. <https://doi.org/10.14359/51688752>

Pangestuti, E. K. (2009). penggunaan carbon fiber reinforced plate sebagai bahan komposit eksternal pada struktur balok beton bertulang The Use of Carbon Fiber Reinforced Plate as Externally Bonded Composite Material of Reinforced Concrete Beam Structure, 9, 180–188.

Pangestuti, E. K., & Handayani, F. S. (2009). Penggunaan Carbon Fiber Reinforced Plate, IX, 105–114.

Petrico G, I. (2014). Perbandingan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Perkuatan CFRP Dan GFRP. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1, 250–258.

Putu, I., Masc, D., Teknik, F., & Udayana, U. (2016). Menggunakan lapis glass fiber reinforced polymer (gfrp).

Respati, S. W., & Achmad, K. (2017). Pengaruh Arah Serat Carbon Fiber Reinforced Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Material Lokal Pasir Samboja di Wilayah Kalimantan Timur Selain sehingga dibutuhkan perkuatan terhadap konstruksi yang ada . Perkuatan struktur untuk mengemba, 5(1).

Sebastian, H. (2017). *PERILAKU SAMBUNGAN BALOK BETON BERTULANG PRACETAK DENGAN PEMBEBANAN MONOTONIK*. UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA YOGYAKARTA DESEMBER.

Sebuah, D. K., & Mc Curry, D. D. (2000). Perilaku skala penuh beton bertulang balok retro ® tted untuk geser dan $\bar{m}$ exural dengan laminasi FRP, 31, 445–452.

Shahawy, M. A., Arockiasamy, M., Beitelman, T., & Sowrirajan, R. (1996). Reinforced concrete rectangular beams strengthened with CFRP laminates. *Composites Part B: Engineering*, 27(3–4), 225–233. [https://doi.org/10.1016/1359-8368\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/1359-8368(95)00044-5)

SNI. (2000). Menurut SNI 03-2834-2000. *SNI PERENCANAAN CAMPURAN BETON*, (2), 151–169.

Standar Nasional Indonesia. (2002). Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen.

Tjokrodinuljo, K. (2015). Hubungan Perawatan Beton dengan Kuat Tekan.

Vemmy, Y. (2017). *Perkuatan Gedung Dengan Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Studi Kasus Menggunakan Layout Gedung Laboratorium C-Dast dan Ruang Kuliah Bersama Universitas Jember*. Retrieved from <http://repository.its.ac.id/2754/>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian kandungan lumpur agregrat halus

I. Waktu Pemeriksaan :	=	8/15/2018
II. Bahan		
Pasir Asal :		Kali Progo
a. Pasir Kering Tungku	berat :	= 100 gram
b. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY		
III. Alat		
a. Gelas Ukur, ukuran :	=	250 cc
b. Timbangan		
c. Tungku (oven), suhu antara 105 – 1100C		
IV. Pasir + Piring Masuk Tungku		
V. Hasil		
Pasir + Piring Keluar Tungku		
a. Berat Pasir :	=	96.97 gram
Kandungan Lumpur	=	3.03%
Standar kadar lumpur	=	<5%
Kesimpulan : Kandungan lumpur	3.03%	memenuhi syarat



Lampiran 2. Pengujian kandungan zat organic agregrat halus

I. Waktu Pemeriksaan : 24/08/2018]

II. Bahan

a. Pasir Kering Tungku, asal :

Kali Progo

b. Larutan NaOH

3%

III. Alat

c. Gelas Ukur, ukuran :

250 cc

IV. Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan Gardner Standart Colour. Hasil Kesimpulan :



Kesir Hasil penelitian Zat kandungan dalam pasir kurang dipergunakan



Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

I. Waktu Pemeriksaan : 8/28/2018
 II. Bahan : Pasir
 III. Asal : Kali Progo
 IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
 Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus		
Berat Awal (V)	500	gr
Berat Kering Oven (A)	487	gr
Jumlah Air Masuk Sebelum Digoncang	320	ml
Jumlah Air Masuk Sesudah Digoncang	6	ml
Jumlah Air Total yang Digunakan (W)	326	ml
Berat Jenis Bulk	2.799	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2.874	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (Apparent)	3.025	gr/cm ³
Penyerapan (Absorption)	2.67%	

Berat Jenis Agregat Halus = 2.912 gr/cm³



Lampiran 4. Analisa saringan agregrat halus

I. Waktu Pemeriksaan : 9/4/2018
 II. Bahan : Pasir
 III. Asal : Kali Progo
 IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/8" (9,52mm)	451	451	0	0	0.00	100.00
No.4(4,75 mm)	457	457	0	0	0.00	100.00
No.8(2,36 mm)	328	328	0	0	0.00	100.00
No.16(1,18 mm)	312	347	35	35	3.50	96.50
No.30(0,60mm)	296	413	117	152	15.20	84.80
No.50(0,30mm)	371	1041	670	822	82.20	17.80
No.100(0,15mm)	283	414	131	953	95.30	4.70
Pan	376	423	47	1000	100.00	0.00
MHB					2.962	

Kesimpulan :

Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 2.962
 Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat halus tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1.50 – 3.80 (OK).



Lampiran 5. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

I. Waktu Pemeriksaan : 8/14/2018
 II. Bahan : Kerikil / Split
 III. Asal : Sungai Progo
 IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta



NOMOR PEMERIKSAAN		I	II
A	Berat Contoh Kering	978	983
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	991	997
C	Berat Contoh Dalam Air	638	563
D	Berat Jenis Bulk	2.771	2.265
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD)	2.807	2.297
F	Berat Jenis Semu (Apparent)	2.876	2.340
G	Penyerapan (Absorption)	1.329%	1.424%
H	Berat Jenis Agregat Kasar	2.824	2.303
		2.563	Memenuhi Karena < 2.6
Persyaratan umum			
Absorption		5%	
Berat jenis		2.3-2.6	



Lampiran 6. Pengujian analisa saringan agregrat kasar

I. Waktu Pemeriksaan : 8/15/2018
 II. Bahan : Kerikil / Split
 III. Asal : Progo

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/8" (9,52mm)	451	543	92	92	9.20	90.80
No.4(4,75 mm)	457	1163	706	798	79.80	20.20
No.8(2,36 mm)	328	524	196	994	99.40	0.60
No.16(1,18 mm)	312	318	6	1000	100.00	0.00
No.30(0,60mm)	296	296	0	1000	100.00	0.00
No.50(0,30mm)	371	371	0	1000	100.00	0.00
No.100(0,15mm)	283	283	0	1000	100.00	0.00
Pan	376	376	0	1000	100.00	0.00
MHB					6.884	

Kesimpulan :

Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 6.884

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregrat kasar tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 5,00 – 8,00 (OK).

Nomor contoh	I
Berat Sebelumnya (A)	5000 gram
Berat Sesudah diayak saringan No. 12 (B)	4130 gram
Berat sesudah (A-B)	870 gram
Keausan (A-B) / (A)	17%

Jenis Pengujian	Hasil	Standar	Kesimpulan
Kandungan lumpur	3.03%	<5%	Terpenuhi
Kandungan zat organik	Gradduer Standard Color No.11	Orange	Kurang dipergunakan
Modulus halus butir	2.962	1.5-3.8	Terpenuhi
Penyirapan	2.67%	< 5%	Terpenuhi
Keausan dengan mesin Los Angels	17%	27%	Terpenuhi
Modulus butiran halus	6.884	5 - 8	Terpenuhi
Penyerapan	1.377%	< 5%	Terpenuhi

Lampiran 7. Perencanaan campuran beton

Perencanaan Campuran Beton

A. Data Yang Diketahui Sebagai Berikut

Kuat tekan yang disyaratkan f'_c = 25 Mpa

Tipe Semen = Tipe I

Jenis agregrat yang digunakan

- Pasir halus alami
- agregrat kasar (kerikil) batu pecah

B. Margin

Hitung kuat tekan rata-rata beton, dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan dan nilai margin tergantung dari tingkat pengawasan mutu. Nilai margin (m) ditetapkan dengan menggunakan rumus :

Tabel 3. Mutu Pelaksanaan, Volume Adukan dan Deviasi Standar

Volume Pekerjaan		Deviasi Standar sd (MPa)		
Sebutan	Volume Beton (m³)	Mutu Pekerjaan		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	$4,5 < s \leq 5,5$	$5,5 < s \leq 6,5$	$6,5 < s \leq 8,5$
Sedang	1000 - 3000	$3,5 < s \leq 4,5$	$4,5 < s \leq 5,5$	$5,5 < s \leq 7,5$
Besar	> 3000	$2,5 < s \leq 3,5$	$3,5 < s \leq 4,5$	$4,5 < s \leq 6,5$

Tabel 3. Nilai Deviasi Standar untuk berbagai tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

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

karena volume pekerjaan < 1000 dengan mutu pekerjaan yang jelek maka

$$sd = 7.0 \text{ MPa}$$

sehingga nilai tambah margin $M = 1.64 \text{ sd} = 11.48 \text{ MPa}$

dengan nilai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan :

$$f'_{cr} = f'_c + M = 37 \text{ MPa}$$

Lampiran 8. Table persyaratan fas dan semen minimum

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen minimum per-m ³ beton (kg)	Nilai fas 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		tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		tabel 6

Semen minimum = 275 kg

Nilai fas maksimum = 0.6

Tabel 1. Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan Faktor Air Semen 0,50 dan jenis Semen serta Agregat yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat kasar	Kuat tekan pada umur (hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	91	
Tipe I, II, V	Alami	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
	Alami	20	28	40	48	Kubus
	Batu Pecah	23	32	45	54	
Tipe III	Alami	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	
	Alami	25	31	46	53	Kubus
	Batu Pecah	30	40	53	60	

Catatan : 1 N/mm² = 1 MN/m² = 1 MPa

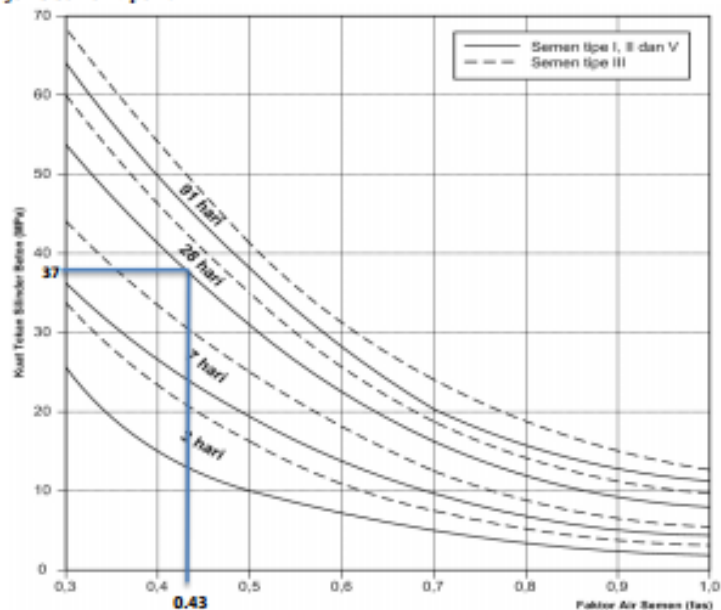
Kuat Tekan Silinder = 0,83 Kuat Tekan Kubus (150x150x150) mm

untuk agregat kasar batu pecah dan semen tipe 1 maka kuat tekan silinde pada umur 28 hari

f'c = 37 Mpa dari tabel 1

fas = 0.5

nilai fas ditentukan dengan menggunakan grafik 1 dimana telah ditentukan kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan jenis semen tipe I.



Grafik 1.a. Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan
(benda uji Silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

maka faktor air semen adalah = 0.43

Tabel 1. Slump untuk berbagai jenis konstruksi

Jenis Konstruksi	Slump (cm)	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang kaisan	2,5	10
Pelat, Balok, Kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (konstruksi massa yang berat)	2,5	7,5

sesuai dengan jenis konstruksi maka nilai slump dapat ditentukan dengan tabel dimana jenis konstruksinya adalah balok maka nilai slump antara 7.5 - 15

slump rencana digunakan =

10
100

 cm
mm



Lampiran 9. Perkiraan kebutuhan air

Perkiraan kebutuhan Air per-m³ Beton (liter)

Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis Batuhan	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan :

Apabila agregat yang dipakai adalah Agregat Campuran (Alami + Batu pecah), maka kebutuhan air dihitung menurut rumus :

$$\frac{1}{2} W_h + \frac{1}{2} W_k$$

dengan : W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat alami (agregat halus)

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar batu pecah.

diambil nilai slump 75 + 10 dengan ukuran agregat maksimum 20 mm maka dapat ditentukan kadar air dengan menggunakan tabel

ukuran agregat = 20 mm

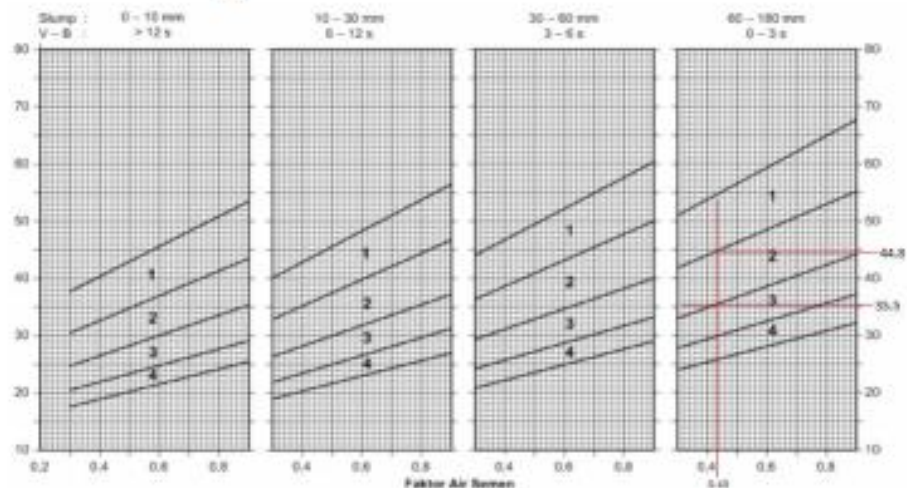
Slump = 7.5 + 15 maka termasuk dalam nilai slump 60 + 180 mm

dimana : agregat alami 195 mm

batu pecah 225 mm

sehingga jumlah air yang diperlukan = 205 kg

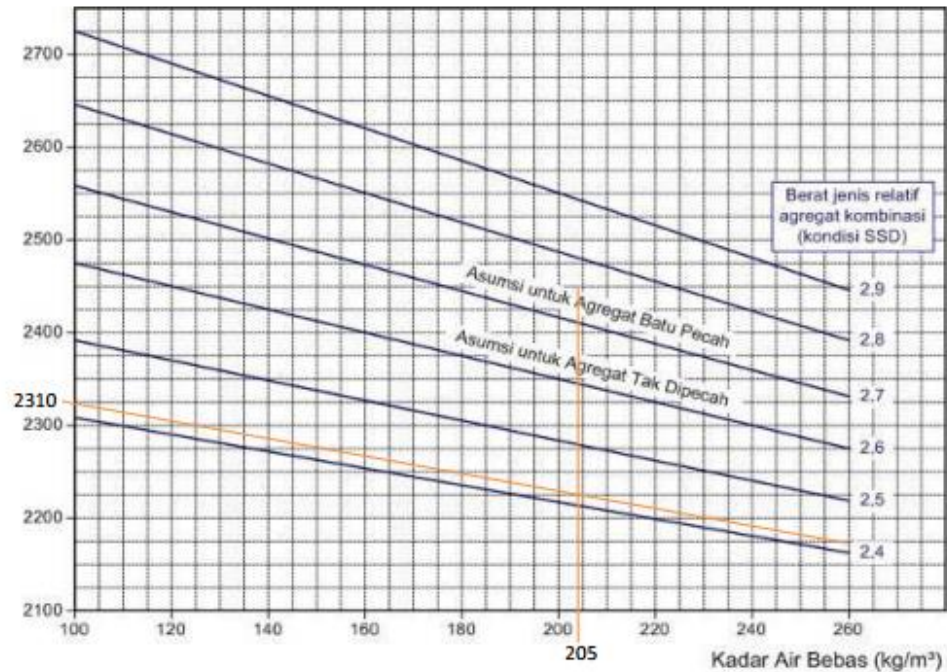
Kadar semen $\frac{\text{Air}}{\text{Fas}}$ = 476.744 kg



Grafik 2.b. Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan Untuk ukuran butir maksimum 20 mm

Persen pasir = 35.50%
 Berat jenis agregrat beto = 55.20%

Grafik penentuan berat beton



Grafik 6 : Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan

Bj gabungan = 2.45
 Kadar air bebas = 205
 Berat beton = 2310 kg/m³



Lampiran 10. Perencanaan mix design

B.1 PERHITUNGAN MIX DESIGN

Data yang diketahui :

Mhb Pasir	=	2.962	
Mhb krikil	=	6.884	
Berat Jenis Pasir	=	2.912	
Berat Jenis Kerikil	=	2.563	
Semen	=	Tipe I	
Ukuran Agregat max	=	20	mm
fc'	K 301.205	=	25 Mpa
Fas	300	=	0.43
Fas max	=	0.60	
Fas yang dipakai adalah fas perhitungan , yaitu			
Slump	=	7.5-15	cm
Air	=	205	kg
Semen Min	=	275	kg
Semen perhitungan	$\frac{\text{Air}}{\text{fas}}$	=	476.744 kg

Semen yang dipakai adalah semen perhitungan, yaitu	476.744	kg
Persentase pasir terhadap agregat	=	35.50%
Persentase keril terhadap agregat	=	55.20%
Berat jenis agregat gabungan beton	=	2.449
Berat beton	=	2310 kg
Berat agregat	=	Berat beton - air - semen
	=	1628.256 kg
Berat pasir	=	persentase pasir x berat agregat
	=	578.031 kg
Berat kerikil	=	(1-persentase pasir) x berat agregat
	=	1050.225 kg

Sehingga kebutuhan bahan susun untuk 1m3 adukan beton dengan 0.43

Air	=	205	kg
Semen	=	476.744	kg
Pasir	=	578.031	kg
Kerikil	=	1050.225	kg
Berat total campuran beton	=	2310	kg

Lampiran 11. Kebutuhan bahan pembuatan benda uji beton

KEBUTUHAN BAHAN PEMBUATAN BENDA UJI BETON :

Item	Tinggi (h) m	Lebar (b) m	Diameter (d) m	Panjang m	Jumlah	Volume m ³
Slinder	0.3		0.15		1	0.045
Kubus	0.15	0.15		0.15	1	0.003
Balok	0.25	0.15		3.2	1	0.120
Modulus of	0.2	0.1		0.7	1	0.014
Total Volume						0.182
Penambahan volume silinder					10%	0.018
Volume total benda uji						0.201

Kebutuhan material balok, silinder dan kubus

Air	41.126	kg	Semen	95.641	kg
Pasir	115.960	kg	40 kg	2.391	Zak
Kerikil	210.688	kg	50 kg	1.913	



Lampiran 12. Perencanaan ukuran balok

PRENCANAAN UKURAN BALOK BETON						
Kuat Lentur Balok Tampang Persegi						
Selimum beton	20 mm	Tul tarik	4	10	mm π	3.142
h	250 mm	Tul tekan 2D	2	10	mm $\beta 1$	0.85
b	150 mm	Sengkan P		8 mm	jd	207.883
d	217 mm	fc'		25 Mpa	ϵ_{cu}	0.003
d'	33 mm	Fy		370 Mpa	Es	200000
a	18.234 mm	As		1214.159 mm		
c	21.451 mm	As'		1057.080 mm		
				12.81277		
Kondisi tulangan desak						
$\epsilon_s' = (c-d'/c)$	-0.001615	<	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00185		
Kontrol Tulangan						
Tul belum leleh						
		Mencari nilai	C			
R	34.142	C1		60.1487 mm		
Q	7725.094	C2	-128.433	128.433 mm		
C terpakai adalah yang terkecil 60.149 mm						
Faktor reduksi kekuatan						
$\phi =$	0.9	Lentur tanpa beban aksial				
Kondisi regangan tulangan tarik						
ϵ_s	0.00782	Kondisi regangan tulangan tekan				
ϕ	0.9	ϵ_s'	-0.0014			
		f_s'	-270.816 Mpa			
$\phi M_n = M_u$			72.41452 kNm			
ρ	0.032378					
$\rho_{min 1}$	0.003784					
$\rho_{min 2}$	0.003378					
ρ_{max}	0.034487					
$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$		Ok				
Coba-coba						
P	5	kN				
w	0.9	kNm				
Mencari nilai L sesuai dengan dimensi dan momen perhitungan						
72.415	=	0.25P L + 0.125 W L ²				
L	=	3.153 m				
Menghitung Bolt						
Data baut						
Jarak baut ke pusat balok =	$\frac{25}{2}$	12.5	4.9212598 in		5 in	
Gaya resitansi	30	Kip-in				
Momen pada balok	72.415	kNm	640.941	Kip-in		
Gaya geser yang ditahan oleh 1 baut	Rt	21.365	Kips			
Coba -coba	21.08	0.829921 in				
f_{nv}	54					
Kuat 1 baut menahan geser		21.898	Kips			
Kontrol terhadap gaya geser pada bau		OK				
Perhitungan geser balok						
Vu	5	kN				
bw	150	mm				
d	217.000	mm				
f'c	25	Mpa				
2Vu	10	kN				
ϕV_c	20343.75	N				
	20.34375	kN				
syarat geser balok $\phi V_c > 2Vu$		20.344	kN			
		OK				

Lampiran 13. Table Hasil pengujian baja

HASIL PENGUJIAAN BAJA

10/4/2018

Pengujian tulangan tarik baja

Item	diameter (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tegangan Luluh (fy) (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Tegangan Ultimit (fu)(Mpa)	Rata-rata (Mpa)
P10-A	9.150	65.782	366.857	323.533	475.722	474.124
P10-B	9.950	77.788	296.364		476.705	
P10-C	9.560	71.809	307.377		469.945	
P8-A	7.960	49.784	233.505	237.249	382.279	376.074
P8-B	7.650	45.982	243.213		369.086	
P8-C	7.850	48.418	235.030		376.858	

Item	Tegangan Luluh (fy) (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Tegangan Ultimit (fu)(Mpa)	Rata-rata (Mpa)
P10-A	366.857	323.533	475.722	474.124
P10-B	296.364		476.705	
P10-C	307.377		469.945	
P8-A	233.505	237.249	382.279	376.074
P8-B	243.213		369.086	
P8-C	235.02986		376.85822	

Pengujian tarik plat baja

Benda Uji	Lebar Web (mm)	Tebal pelat (mm)	Luas (mm ²)	Tegangan Luluh (fy) (Mpa)	Rata-rata	Tegangan Ultimit (fu)(Mpa)	Rata-rata (Mpa)
A	50	6	300	223.668	220.943	292.665	298.987
B	50	6	300	221.379		298.224	
C	50	6	300	217.782		306.072	

Benda Uji	Tegangan Luluh (fy) (Mpa)	Rata-rata	Tegangan Ultimit (fu)(Mpa)	Rata-rata (Mpa)
A	223.668	220.943	292.665	298.987
B	221.379		298.224	
C	217.782		306.072	

Lampiran 14. Table hasil pengujian beton

D. Pengujian Beton

1/21/2019

1. Pengujian berat jenis silinder

Silinder	Tinggi (mm)	Berat (Kg)	Volume (mm ³)	Berat Jenis (Kg/mm ³)	Rata-rata (Kg/mm ³)
Tipe I	300	12.76	5289438	2289.80	2328.57
Tipe II	300.5	13.34	5383479	2330.51	
Tipe III	301	13.68	5464096	2365.41	

2. Pengujian kuat tekan beton

Silinder	Diameter (mm)	Luas Permukaan (mm) ²	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
Tipe I	149.8	17631	480	27.224	28.379
Tipe II	151	17915	475	26.514	
Tipe III	152	18153	570	31.400	

3. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

a, Benda uji tipe I	■	224664 Mpa
b, Benda uji tipe II	■	216999 Mpa
c, Benda uji tipe III	■	238323 Mpa
Rata-rata	■	226662 Mpa

Lampiran 15. Table modulus elastisitas beton tipe I

Diameter Silinder	=	151	mm	
Luas silinder	=	17915.1	mm ²	
Berat silinder	=	13.34	kg	
Volume	=	0.00576	mm ³	
Berat jenis silinder	=	2317.01	kg/mm ³	
Panjang L	=	200	mm	
Panjang alat	=	200	mm	0.26486749
Ec	=	216999	Mpa	

Beban		ΔP	ΔP/2	f(Mpa)	Ec
kgf	N				
0	0.0000	2	1	0	0
500	4745.1200	5	2.50	0.264867490	2418.868092946
1000	5743.3400	8	4.00	0.320587056	2661.159156837
1500	6964.5600	11	5.50	0.388754241	2930.457505070
2000	7812.9500	15	7.50	0.436110458	3103.817006534
2500	8472.7100	17	8.50	0.472937551	3232.211393527
3000	9831.6700	22	11.00	0.548793235	3481.787264545
3500	11578.2800	28	14.00	0.646287125	3778.423293082
4000	16835.2900	31	15.50	0.939727763	4556.159159608
4500	24263.1300	36	18.00	1.354341795	5469.681001332
5000	36431.7800	42	21.00	2.033582738	6702.375897662
5500	43782.9800	46	23.00	2.443918807	7347.527914559
6000	48352.7400	48	24.00	2.698997891	7721.454746918
6500	53761.6800	51	25.50	3.000919098	8141.885708154
7000	57853.5800	54	27.00	3.229324551	8446.051108952
7500	62583.7800	57	28.50	3.493359223	8784.549233116
8000	69745.8900	59	29.50	3.893140492	9273.590107054
8500	73561.5800	62	31.00	4.106128200	9523.884288494
9000	77846.2400	65	32.50	4.345293309	9797.322551847
9500	85349.5800	69	34.50	4.764121669	10258.627962595
10000	96815.8200	70	35.00	5.404154842	10926.013932492
10500	107859.1200	73	36.50	6.020579959	11532.328961914
11000	116478.9600	76	38.00	6.501730147	11984.290506997
11500	128571.7300	79	39.50	7.176735550	12591.032058444
12000	132738.9700	82	41.00	7.409346400	12793.453872279
12500	136835.6200	87	43.50	7.638016993	12989.372401029
13000	139358.3600	94	47.00	7.778833624	13108.563412826
13500	146587.2300	98	49.00	8.182341365	13444.252331175

Lampiran 16. Table modulus elastisitas beton tipe II

Diameter Silinder	=	149.8	mm	
Luas silinder	=	17631.5	mm ²	
Berat silinder	=	12.76	kg	
Volume	=	0.00576	mm ³	
Berat jenis silinder	=	2216.27	kg/mm ³	
Panjang L	=	200	mm	
Panjang alat	=	200	mm	0.272998379

Ec = 224664 Mpa

Beban		ΔP	ΔP/2	f'(Mpa)	Ec
kgf	N				
0	0	0	0	0	0
500	4813.3600	1	0.50	0.27299838	2455.71459923
1000	6806.7100	3	1.50	0.38605481	2920.26554061
1500	7710.0700	7	3.50	0.43729050	3108.01338417
2000	8613.4200	11	5.50	0.48852562	3285.04658049
2500	11516.7800	16	8.00	0.65319491	3798.56231386
3000	16420.1300	21	10.50	0.93129724	4535.67591297
3500	23323.4900	24	12.00	1.32283373	5405.68192731
4000	29226.8400	27	13.50	1.65765285	6051.24380259
4500	36130.2000	30	15.00	2.04918935	6728.04523396
5000	43033.5500	34	17.00	2.44072527	7342.72573730
5500	48936.9100	36	18.00	2.77554496	7830.18443212
6000	51840.2600	39	19.50	2.94021369	8059.11411562
6500	57743.6200	42	21.00	3.27503338	8505.61504633
7000	63646.9700	45	22.50	3.60985250	8929.81756676
7500	69550.3300	57	28.50	3.94467219	9334.76345514
8000	73453.6800	53	26.50	4.16605772	9593.13374111
8500	78357.0400	41	20.50	4.44416061	9908.15360392
9000	84260.3900	47	23.50	4.77897973	10274.61251328
9500	91163.7500	53	26.50	5.17051622	10687.22150092
10000	97067.1000	58	29.00	5.50533535	11027.82199117
10500	103970.4600	62	31.00	5.89687184	11413.23350241
11000	106873.8100	69	34.50	6.06154056	11571.49217120
11500	113777.1700	74	37.00	6.45307706	11939.36648989
12000	118680.5200	76	38.00	6.73117938	12193.92276977
12500	121383.8800	81	40.50	6.88450531	12332.02020379
13000	125487.2300	86	43.00	7.11723419	12538.72813896
13500	132688.0000	92	46.00	7.52563883	12893.46197682

Lampiran 17. Table modulus elastisitas beton tipe III

Diameter Silinder	=	152	mm
Luas silinder	=	18153.1	mm ²
Berat silinder	=	13.68	kg
Volume	=	0.00576	mm ³
Berat jenis silinder	=	2376.06	kg/mm ³
Panjang L	=	200	mm
Panjang alat	=	200	mm
Ec	=	238323	Mpa

Beban		ΔP	ΔP/2	f(Mpa)	Ec
kgf	N				
0	0.0000	0	0	0	0
500	4903.3550	2	1.00	0.270110528	2442.691458429
1000	9806.7100	5	2.50	0.540221056	3454.487389204
1500	14710.0650	9	4.50	0.810331584	4230.865713214
2000	19613.7750	12	6.00	1.080461667	4885.427129013
2500	29420.1300	17	8.50	1.620663167	5983.347672207
3000	34323.4850	19	9.50	1.890773695	6462.754128666
3500	39226.8400	22	11.00	2.160884223	6908.974778407
4000	44130.1950	25	12.50	2.430994751	7328.074375288
4500	49033.5500	30	15.00	2.701105279	7724.468629675
5000	53936.9050	34	17.00	2.971215807	8101.491046216
5500	58840.2600	39	19.50	3.241326335	8461.731426428
6000	63743.6150	43	21.50	3.511436863	8807.249303505
6500	68648.9700	47	23.50	3.781657564	9139.847678902
7000	73550.3250	50	25.00	4.051657918	9460.503338420
7500	73550.3250	55	27.50	4.051657918	9460.503338420
8000	78453.6800	60	30.00	4.321768446	9770.765833717
8500	83357.0350	63	31.50	4.591878974	10071.474893898
9000	88260.3900	69	34.50	4.861989502	10363.462167611
9500	93163.7450	72	36.00	5.132100030	10647.445217543
10000	98067.1000	80	40.00	5.402210558	10924.048298212
10500	102970.4550	84	42.00	5.672321086	11193.818507674
11000	107873.8100	89	44.50	5.942431614	11457.238513003
11500	112777.1650	93	46.50	6.212542141	11714.736698062
12000	117680.5200	96	48.00	6.482652669	11966.695344413
12500	122583.8750	99	49.50	6.752763197	12213.457292147
13000	127487.2300	101	50.50	7.022873725	12455.331412217
13500	132390.5850	110	55.00	7.292984253	12692.597139642

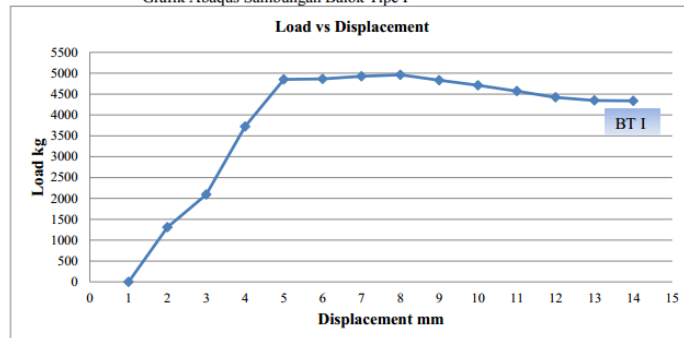
Lampiran 18. Table hasil pengujian balok tipe I

Experiment Balok Tipe I					
Time	load cell; AVE	lvd; AVE	Time	load cell; AVE	lvd; AVE
s	kg	mm	s	kg	mm
12	44	0.01	94	3749	18.19
14	352	0.06	96	3675	18.47
16	512	0.19	98	3768	19.11
18	684	0.42	100	3727	19.54
20	912	0.81	102	3824	20.19
22	1122	1.37	104	3764	20.59
24	1260	1.82	106	3834	21.03
26	1419	2.47	108	3755	21.28
28	1565	3.14	110	3772	21.56
30	1724	3.88	112	3809	22.16
32	1893	4.65	114	3744	22.52
34	1927	4.86	116	3759	22.85
36	2080	5.42	118	3831	23.13
38	2079	5.57	120	3787	23.34
40	2232	6.06	122	3844	24.02
42	2285	6.43	124	3772	24.30
44	2410	6.86	126	3812	24.47
46	2484	7.27	128	3825	25.08
48	2530	7.46	130	3818	25.34
50	2666	7.99	132	3865	26.14
52	2689	8.19	134	3899	26.70
54	2872	8.80	136	3848	27.25
56	2893	9.00	138	3931	27.89
58	3057	9.53	140	3908	28.42
60	3104	9.81	142	3945	29.21
62	3228	10.21	144	3909	29.39
64	3314	10.64	146	3969	30.08
66	3437	11.04	148	3908	30.46
68	3523	11.46	150	3990	30.99
70	3696	12.06	152	3943	31.57
72	3770	12.47	154	3914	31.68
74	3719	13.11	156	3969	28.22
76	3730	13.68	158	3972	28.22
78	3720	14.29	160	3975	28.25
80	3739	14.82	162	3978	28.27
82	3672	15.34	164	3977	28.28
84	3703	15.79	166	3977	28.28
86	3679	16.34	168	3980	28.32
88	3652	16.48	170	3921	28.60
90	3728	17.24	172	3925	28.86
92	3663	17.50	174	3926	29.13

Grafik Abaqus Sambungan Balok Tipe I

Abaqus kg	Abs
0	0
-1307.52	1308
-2090.76	2091
-3720.38	3720
-4849.66	4850
-4862.53	4863
-4924.37	4924
-4960	4960
-4830.57	4831
-4709.22	4709
-4570.24	4570
-4420.23	4420
-4347.1	4347
-4336.65	4337

Max 4960 kg

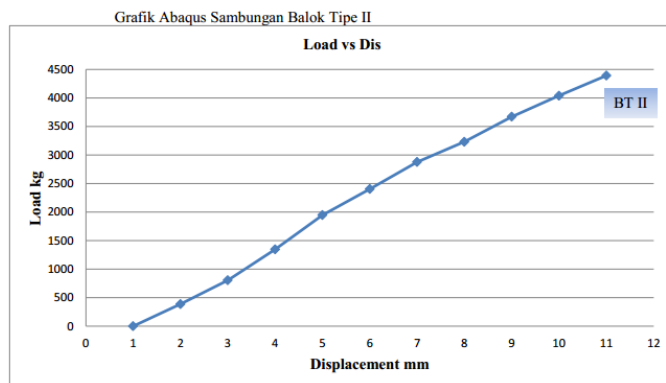


Lampiran 19. Table hasil pengujian balok tipe II

164	2603	42.633087	252	2776	61.161037
166	2607	43.028179	254	2707	61.33477
168	2580	43.162006			
170	2632	43.525921	Max	2782	60.586025
172	2636	44.076767			
174	2605	44.198524			
176	2652	44.471375			
178	2676	45.19244			
180	2643	45.477749			
182	2686	45.925377			
184	2632	46.224113			
186	2587	46.035843			
188	2652	46.675846			
190	2620	47.289295			
192	2647	47.598114			
194	2671	48.341198			
196	2642	48.657227			
198	2696	49.421665			
200	2641	49.922638			
202	2703	50.510582			
204	2696	50.975521			
206	2696	51.045853			
208	2660	51.324551			
210	2628	51.517387			
212	2658	52.040134			
214	2663	52.507721			
216	2684	53.013588			
218	2717	53.751419			
220	2692	54.141144			
222	2723	54.5639			
224	2697	55.211071			
226	2660	55.324467			
228	2724	55.979183			
230	2691	56.382671			
232	2706	56.568893			
234	2695	56.8438			
236	2694	57.102272			
238	2738	58.002769			
240	2716	58.494785			
242	2778	59.130508			
244	2743	59.640991			
246	2750	59.612583			
248	2782	60.586025			
250	2760	60.744133			

Abaqus kg	Abs
0	0
-36.215	386.767
-105.586	804.479
-166.24	1345.92
-234.106	1947.26
-305.36	2404.85
-395.905	2878.46
-487.945	3233.48
-520.485	3672.17
-461.171	4041.65
-1590.77	4392.91

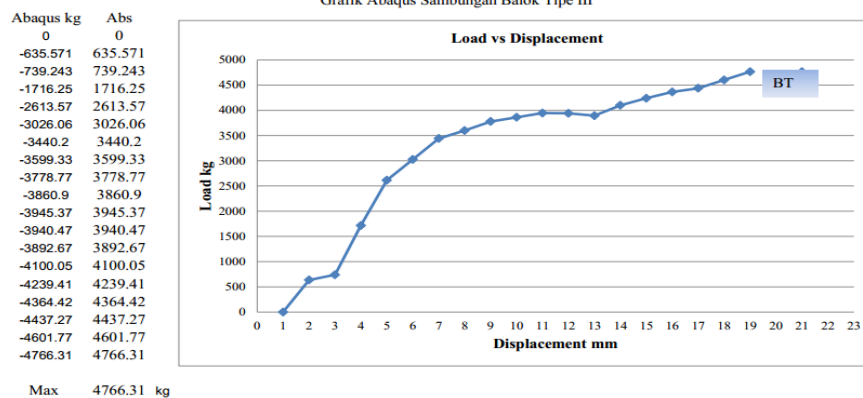
Max 4392.91 kg



Lampiran 20. Table hasil pengujian balok tipe III

Pengujian Balok Tipe III					
Time load cell; AVE lvd; AVE			Time ad cell; AVE lvd; AVE		
s	kg	mm	s	kg	mm
0	67	0.6509836	82	2606	16.595802
2	457	1.5222243	84	2673	16.946564
4	560	1.8259236	86	2720	17.542328
6	766	2.3706949	88	2668	17.754118
8	867	2.6772721	90	2739	18.111877
10	1069	3.2568865	92	2769	18.802929
12	1122	3.4453692	94	2721	18.973816
14	1289	3.8692791	96	2823	19.588482
16	1360	4.102479	98	2783	20.068077
18	1500	4.5366559	100	2790	20.297449
20	1601	4.9877391	102	2838	20.858212
22	1623	5.1187978	104	2791	21.240675
24	1763	5.720253	106	2833	21.604832
26	1775	6.1417546	108	2776	22.29714
28	1843	6.51544	110	2796	22.601645
30	1909	7.0848346	112	2860	23.362043
32	1892	7.3179855	114	2988	23.792269
34	1969	7.6456699	116	2897	23.827568
36	2027	8.0855427	118	2785	24.026978
38	2034	8.3687057	120	2836	24.64361
40	2041	8.5273132	122	2900	24.876249
42	2129	9.135602	124	2899	25.42005
44	2121	9.5450191	126	2936	25.859873
46	2081	9.638814	128	2975	25.968153
48	2183	9.971694	130	2833	26.415371
50	2229	10.51943	132	2828	26.779331
52	2189	10.727449	134	2721	26.858118
54	2264	11.100046	136	2831	27.212072
56	2312	11.590612	138	2919	27.70155
58	2307	11.848198	140	2892	27.887772
60	2308	12.011619	142	2950	28.223726
62	2392	12.557351	144	2996	28.73152
64	2405	12.993679	146	2982	29.115211
66	2404	13.191067	148	2966	29.317448
68	2503	13.855916	150	3062	30.053307
70	2466	14.262331	152	2989	30.361231
72	2523	14.579729	154	3085	30.972252
74	2592	15.185585	156	3059	31.613068
76	2554	15.450788	158	3113	32.008881
78	2627	15.852225	160	3166	32.825809
80	2654	16.404001	162	3137	33.040504

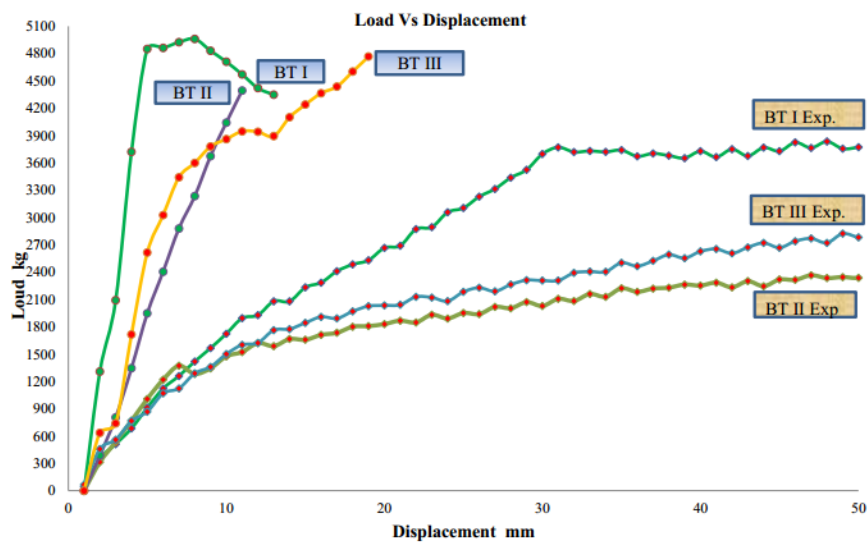
Grafik Abaqus Sambungan Balok Tipe III



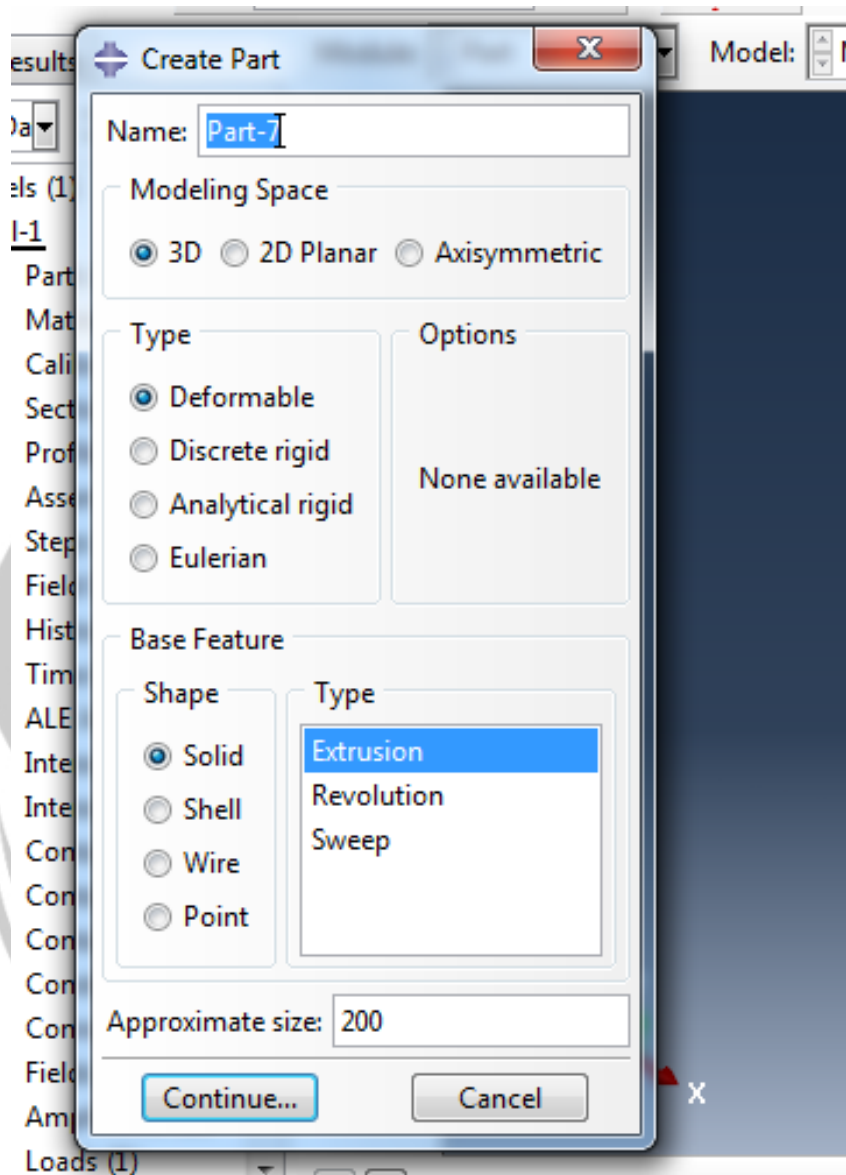
Lampiran 21. Grafik perbandingan abaqus dengan experiment

Grafik Experiment vs Abaqus											
Experiment						Abaqus					
BT I		BT II		BT III		BT I		BT II		BT III	
44.16	3663.15	2.54	2284.75	67.19	2654.11	0	0	0	0	0	0
352.01	3749.12	313.46	2232.91	457.17	2605.78	1307.52	386.767	635.571			
511.88	3675.16	536.67	2300.98	560.23	2672.54	2090.76	804.479	739.243			
684.44	3767.52	768.79	2244.87	766.16	2719.99	3720.38	1345.92	1716.25			
912.45	3727.30	1007.83	2318.46	867.11	2668.23	4849.66	1947.26	2613.57			
1121.51	3823.74	1218.93	2314.97	1069.05	2739.18	4862.53	2404.85	3026.06			
1259.75	3764.00	1372.03	2365.40	1122.15	2769.38	4924.37	2878.46	3440.2			
1418.54	3834.00	1282.17	2335.02	1288.57	2720.66	4960	3233.48	3599.33			
1565.15	3755.39	1343.48	2345.67	1359.82	2823.34	4830.57	3672.17	3778.77			
1723.78	3771.74	1475.02	2337.93	1500.27	2782.68	4709.22	4041.65	3860.9			
1893.43	3808.60	1523.21	2399.44	1601.39	2789.71	4570.24	4392.91	3945.37			
1927.44	3743.56	1620.63	2405.39	1623.30	2838.40	4420.23		3940.47			
2080.23	3759.14	1587.18	2439.49	1763.31	2790.86	4347.1		3892.67			
2078.57	3830.82	1665.15	2422.72	1775.16	2832.64			4100.05			
2232.45	3786.67	1657.29	2451.84	1843.04	2776.49			4239.41			
2284.87	3843.95	1710.39	2440.62	1909.04	2795.56			4364.42			
2409.91	3771.65	1734.01	2457.14	1891.73	2860.01			4437.27			
2484.46	3811.86	1800.30	2440.81	1969.50	2988.27			4601.77			
2530.17	3825.13	1807.79	2505.63	2026.62	2896.82			4766.31			
2666.23	3817.94	1829.50	2504.51	2034.49	2785.39						
2688.83	3865.21	1866.96	2527.34	2041.36	2835.57						
2872.31	3899.40	1847.24	2542.71	2128.56	2900.42						
2893.20	3847.51	1931.81	2555.54	2121.17	2899.32						
3057.08	3930.93	1890.61	2541.93	2081.32	2935.93						
3103.55	3907.64	1951.41	2557.06	2183.13	2975.32						
3227.75	3944.77	1938.93	2554.19	2228.69	2833.27						
3314.04	3909.03	2018.79	2587.53	2188.86	2827.82						
3436.64	3969.31	2003.34	2533.46	2263.58	2720.95						
3523.32	3907.85	2070.56	2574.97	2311.68	2831.11						
3696.47	3989.62	2028.00	2561.30	2306.74	2918.61						
3770.49	3942.69	2106.69	2602.48	2307.57	2891.68						
3718.75	3914.48	2082.97	2580.74	2391.50	2950.41						
3729.75	3969.46	2160.06	2573.02	2405.28	2995.52						
3720.13	3971.58	2129.03	2622.52	2403.98	2982.28						
3739.20	3975.41	2222.38	2586.12	2502.64	2966.30						
3671.54	3978.14	2183.77	2621.87	2465.93	3062.20						
3703.00	3976.98	2218.97	2577.38	2523.06	2989.24						
3679.25	3976.55	2229.78	2644.99	2592.19	3085.03						
3652.30	3980.42	2263.22	2613.22	2553.60	3059.12						
3728.16	3921.07	2252.74	2599.03	2627.39	3112.84						
3925.48	4040.32	2615.07	2659.98	3166.50	3462.84						

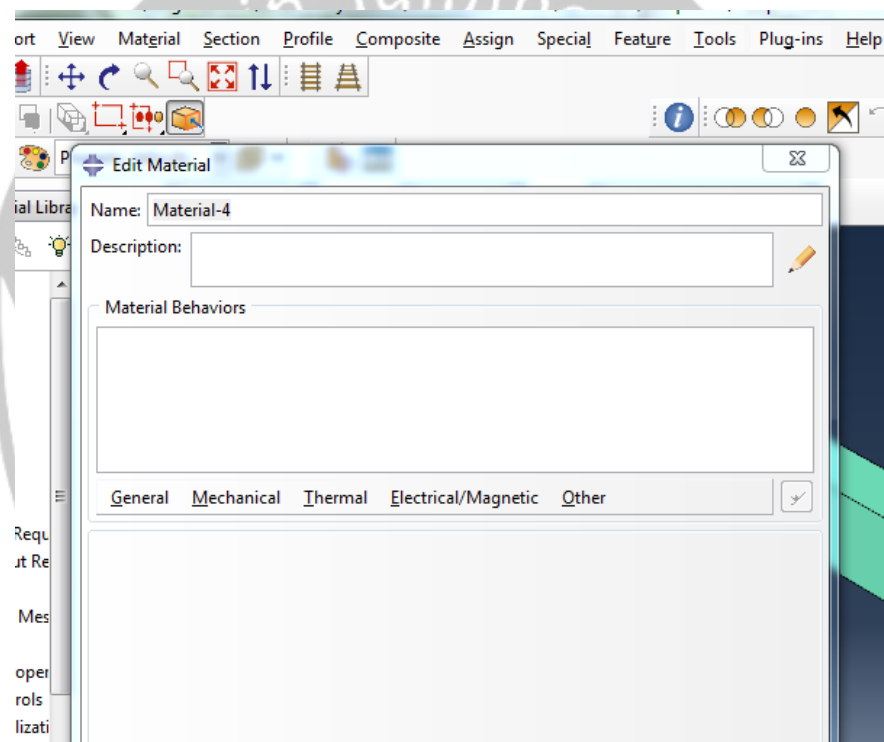
3925.51	4071.81	2565.79	2627.57	3137.27	3415.60
3939.02	4054.77	2602.51	2658.22	3224.41	3453.79
3870.57	4084.51	2607.22	2663.18	3190.77	3481.58
3962.54	4053.18	2579.91	2683.66	3234.40	3410.92
3876.76	4108.00	2631.55	2717.33	3294.89	3446.41
3896.67	4084.61	2636.01	2692.06	3242.72	3442.65
3805.43	4124.20	2605.30	2723.04	3323.57	3332.05
3820.45	4086.29	2652.38	2697.28	3328.93	3340.67
3811.79	4110.34	2675.73	2660.01	3261.39	3247.67
3939.60	4094.92	2643.07	2724.10	3331.94	3338.48
3908.75	4118.05	2686.19	2690.80	3363.78	3428.53
3973.37	4116.27	2631.89	2706.42	3297.67	3421.68
3949.21	4136.69	2587.43	2695.29	3348.36	3279.58
3985.93	4140.22	2652.47	2693.75	3343.51	3346.78
4033.39	4124.75	2619.76	2738.15	3274.72	3449.88
4006.36	4124.90	2646.79	2715.81	3278.06	3503.18
4056.51	4062.28	2670.59	2778.43	3367.48	3490.15
4000.54	4149.64	2641.69	2742.96	3276.46	3510.55
4043.87	4107.02	2695.77	2750.41	3334.09	3432.03
3959.98	4174.77	2640.95	2781.72	3334.90	3489.99
4025.75	4166.35	2703.28	2760.37	3336.73	3475.75
4007.52	4160.46	2696.17	2776.01	3387.69	3537.47
4046.76	4221.88	2696.29	2707.37	3325.40	3497.40
				3392.32	3525.03
				3417.75	3553.88
				3390.92	



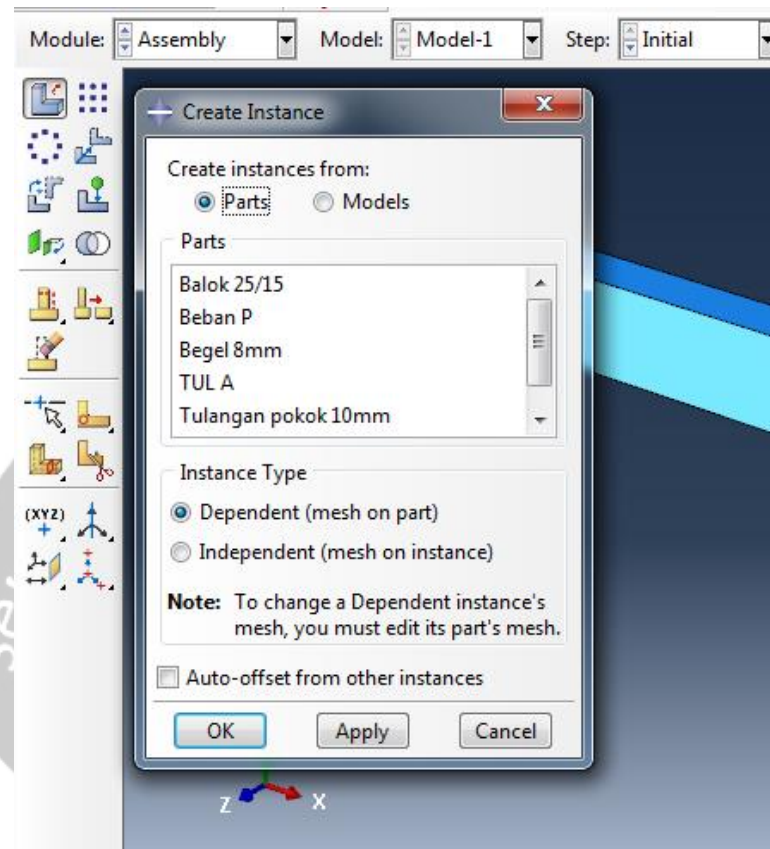
Lampiran 22. Mode part untuk menggambar model pada abaqus



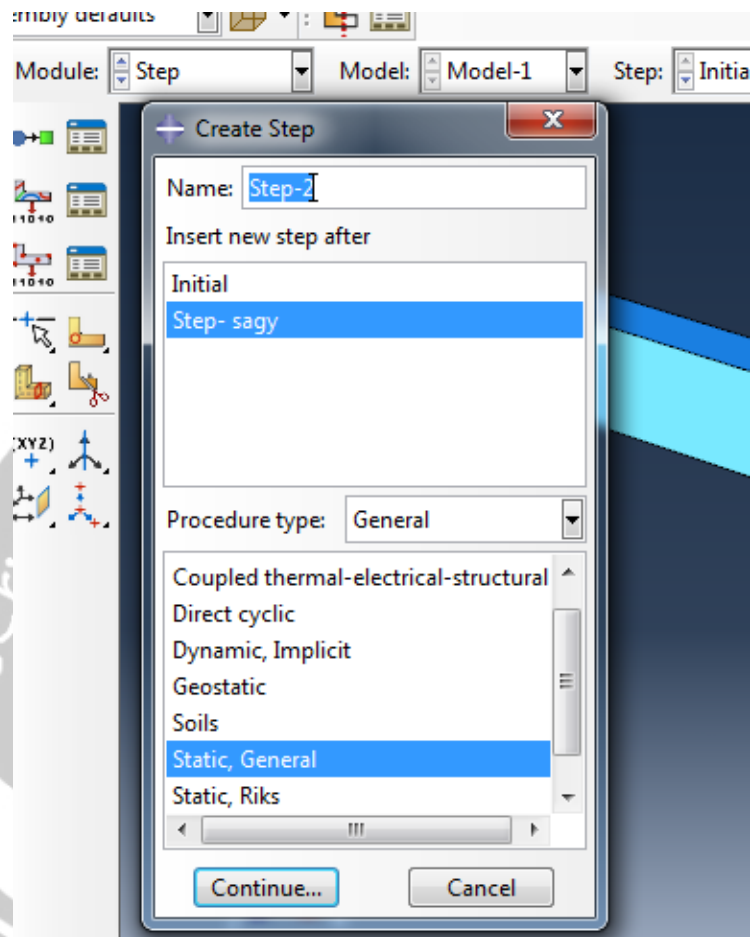
Lampiran 23. Mode material untuk input data material bahan yang digunakan



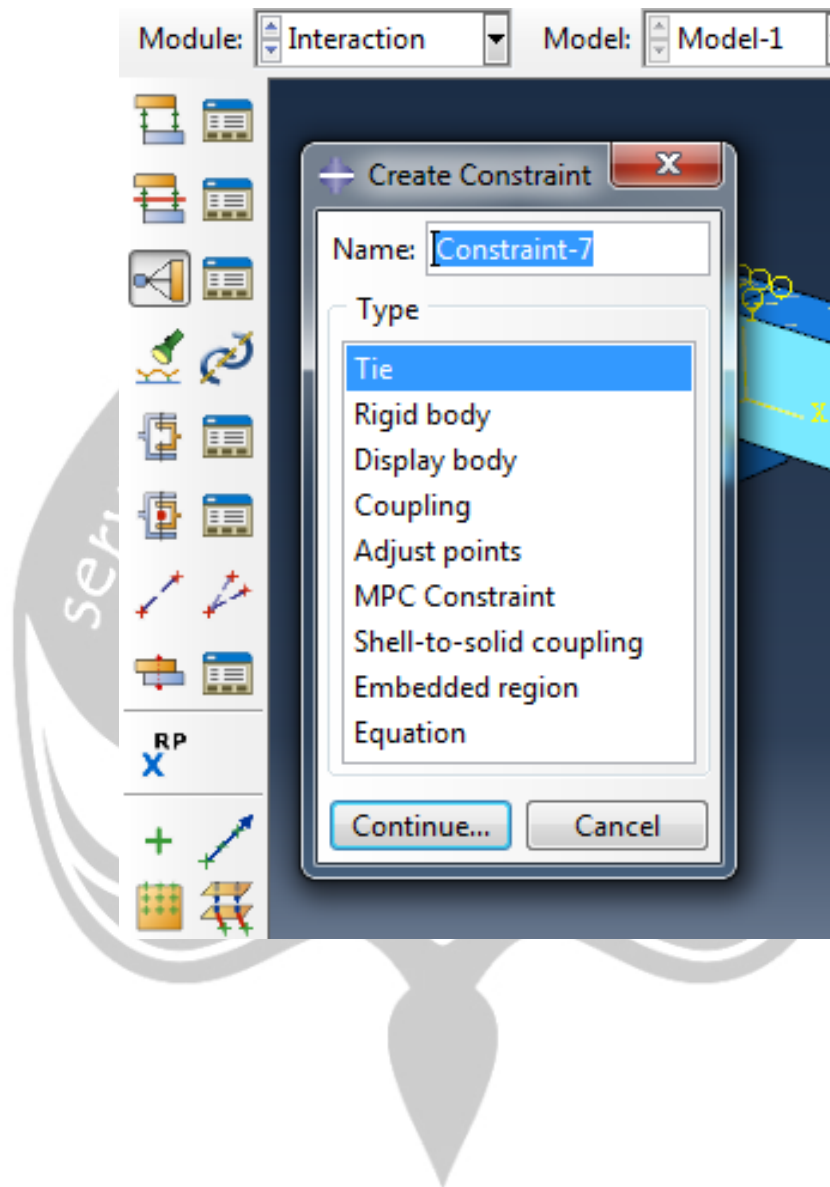
Lampiran 24. Mode instance untuk mangabungkan semua model pada tahap part



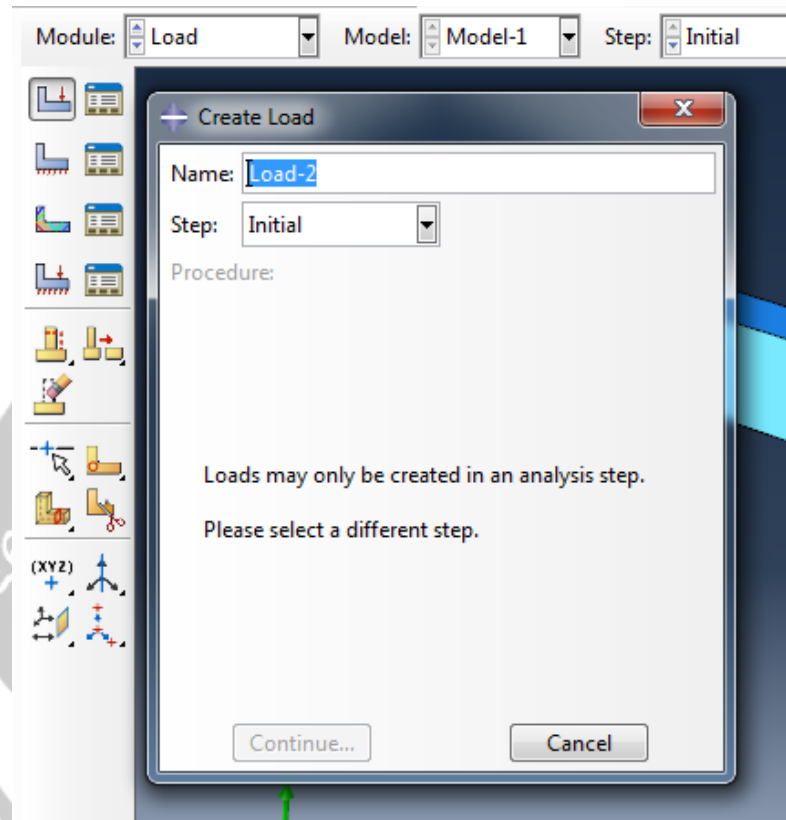
Lampiran 25. Mode step untuk menentukan waktu dan metode analisa



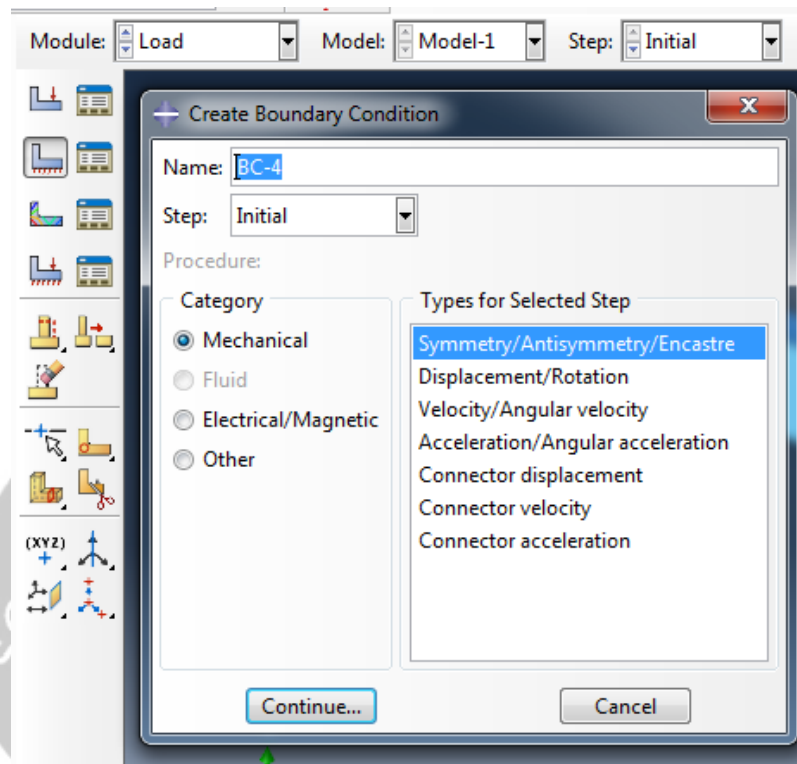
Lampiran 26. Mode interaction untuk gabungan model gambar sesuai dengan fungsinya



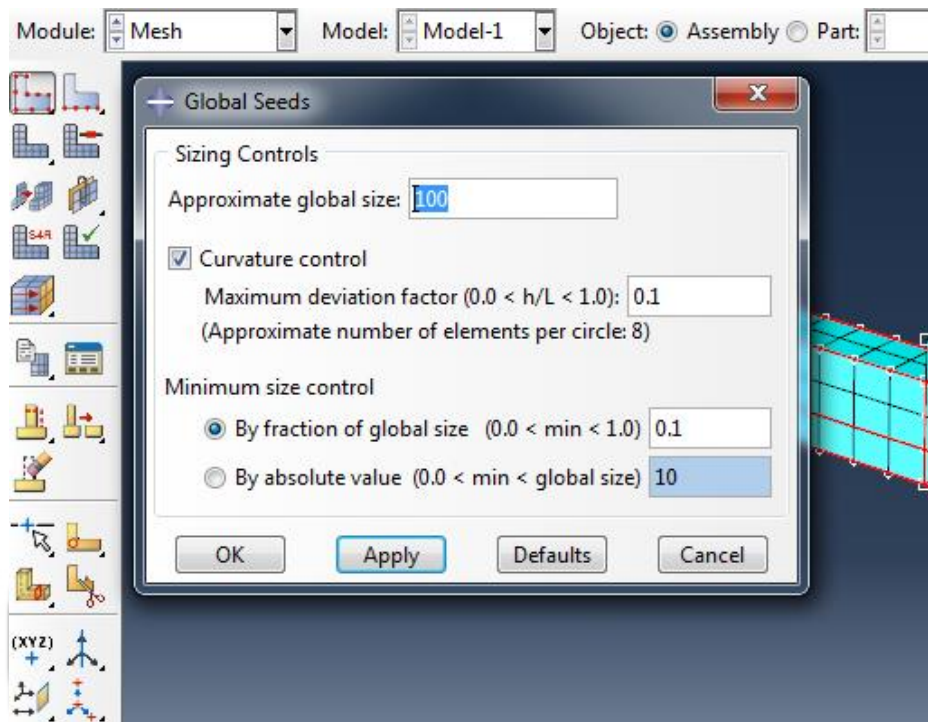
Lampiran 27. Mode load untuk memberikan beban pada model



Lampiran 28. Mode boundary untuk memberikan tumpuan pada model



Lampiran 29. Mode mesh untuk membagi model dalam beberapa bagian



Lampiran 30. Mode job untuk membuat analisa model

