

TESIS

**SAMBUNGAN BALOK BETON BERTULANG PRACETAK DENGAN
LAPISAN *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER* DAN PLAT BAJA**



Gilberto De Carvalho Da Conceição

No. Mhs. 165102605/PS/MTS

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2019



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : Gilberto De Carvalho Da Conceição
Nomor Mahasiswa : 165102605/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Sambungan Balok Beton Bertulang Pracetak Dengan
Lapisan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Dan Plat Baja

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng.	9 Juli 2019	
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.	9 Juli 2019	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : Gilberto De Carvalho Da Conceição
Nomor Mahasiswa : 165102605/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Sambungan Balok Beton Bertulang Pracetak Dengan
Lapisan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Dan Plat Baja

Nama Penguji	Tanggal	Tanda tangan
Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng. (Ketua)	9 Juli 2019	
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. (Anggota)	9 Juli 2019	
Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng (Anggota)	10 Juli 2019	

Ketua Program Studi

Ir. Imam Basuki M.T.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis dengan judul :

SAMBUNGAN BALOK BETON BERTULANG PRACETAK DENGAN LAPISAN *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER* DAN PLAT BAJA

benar-benar merupakan hasil karya pendalaman akademik saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tesis ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tesis ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 27 Juni 2019

Yang membuat pernyataan


(Gilberto De Carvalho Da Conceição)



MOTTO

“TERIMA KASIH TUHANKU ATAS SEGALA HASIL YANG KUDAPAT ”
BIMBINGLAH SAYA UNTUK BISA MEMBAGIKAN KEPADA
KELUARGA, TEMAN, SERTA NEGARA AGAR BISA BERMANFAAT
BAGI MEREKA”

Gilberto De Carvalho Da Conceição (2016)



INTISARI

SAMBUNGAN BALOK BETON BERTULANG PRACETAK DENGAN LAPISAN CFRP DAN PLAT BAJA

Gilberto De Carvalho Da Conceição, Tahun 2016, NPM : 165102605, Bidan Penelitian Struktur, Magister Teknik Sipil Atma Jaya Yogyakarta.

Sambungan balok beton bertulang atau *Precast* merupakan pembuatan struktur bangunan tanpa menggunakan pengecoran di tempat dan dapat mempersingkat waktu pembangunan, serta menekan biaya dan tenaga kerja. Namun adapun kekurangan dari metode ini yang mana, ketepatan (presisi) pada pencetakan beton, kekuatan sistem sambungan beton precast itu sendiri. Selain juga karena segmennya yang besar, tidak mudah melakukan pengantaran (transportasi), pendirian (*erection*), dan pengangkatan (*lifting*).

Pada penelitian ini dilakukan suatu metode agar bisa mengatasi kekurangan metode *precast* dalam hal berat dan ukurannya, yakni dengan cara membelah segmen pracetak menjadi suatu sambungan baru antara balok ke balok dimana pada sambungan tersebut diperkuat dengan Carbon Fiber Reinforced Contrete dan plat baja. Terdapat 2 buah sambungan balok yakni sambunngan Tipe II pada daerah sambungan diperkuat plat baja dan baut sebagai pengunci dan sambungan Tipe III ditambahkan CFRP pada daerah sambungan serta plat baja tebal 6 mm dan baut berdiameter 20 mm. Dimensi balok yang digunnakan yakni 150 x 250 x 3200 mm dengan tulangan longitudinal 4P10 sebagai tulangan desak dan 2P10 sebagai tulangan desak. Sedangkan 2P8-200 sebagai tulangan geser pada daerah lapangan, 2P8-150 untuk daerah sammbungan serta 2P8-100 untuk daerah tumpuan. Dimana mutu baja tulangan pada metode ini adalah BjTP 24,dengan tegangan luluh 323,533 MPa untuk P10 dan 237,249 MPa untuk P8.

Sesuai hasil penelitian balok sambungan dengan pembebanan terpusat, pada balok sambungan tipe II memperoleh kapasitas beban sebesar 2782,718 kg sedangkan sambungan tipe III mengalami kenaikan beban sebesar 3553,875 kg dikarenakan adanya penambahan lapisan CFRP pada sambungan balok.

Kata Kunci : Beton *precast*, sambungan balok, CFRP, kapasitas lentur.

ABSTRACT

CONNECTION OF PRECASTED REINFORCED CONCRETE BEAM WITH CFRP AND STEEL PLATES

**Gilberto De Carvalho Da Conceição, 2016, NPM: 165102605, Structural
Research, Atma Jaya Yogyakarta Civil Engineering Master.**

Precast reinforced concrete beams are building structures without using on-site casting and can shorten construction time, and reduce costs and labor. But as for the shortcomings of this method, the precision (precision) in concrete printing, the strength of the precast concrete connection system itself. Apart from also because of its large segment, it is not easy to carry out transportation, erection, and lifting.

In this research a method was used to overcome the shortcomings of the precast method in terms of weight and size, by dividing the precast segment into a new connection between the beam to the beam where the connection was reinforced with Carbon Fiber Reinforced Concrete and steel plate. Where there are 2 beam joints namely Type II connection on the connection area, steel plate and bolt data are used as Type III washers and joints, CFRP is added to the joint area and 6 mm thick steel plate and 20 mm diameter bolt. The dimensions of the beams used are 150 x 250 x 3200 mm with 4P10 longitudinal reinforcement as pressure reinforcement and 2P10 as pressure reinforcement. While 2P8-200 as shear reinforcement in the field area, 2P8-150 for Sambungan area and 2P8-100 for support area. Where the quality of reinforcing steel in this method is BJTP 24, with a yield stress of 323.533 MPa for P10 and 237,249 MPa for P8.

According to the results of the study the beam joints with centralized loading, the type II joint beam obtained a load capacity of 2782,718 kg while the type III connection experienced a load increase of 3553,875 kg due to the addition of CFRP layers on the beam joints.

Keywords: *precast concrete, beam joint, CFRP, flexural capacity*

KATA HANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Sambungan Balok Beton Bertulang Pracetak Dengan Lapisan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* Dan Plat Baja**”.

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Strata 2 (S2) di Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Dalam kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Satu (I) yang telah begitu sabar serta memberikan begitu banyak bantuan dan dorongan sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Dua (II) yang juga memberikan motivasi dan pengetahuan sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

4. Segenap dosen Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar dan membagikan ilmunya kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu tersayang, yang telah senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta perhatian.
6. Istri tersayang Luciana Pires serta anak saya Jonathan Pires de Carvalho Leite yang telah membantu dalam hal material sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
7. Saudara-saudari Angelina Freitas bersama keluarga, Ricardo Martinz bersama keluarga, Natalia bersama keluarga, Melaty, Fania, Marlo, Adelaide Gusmao bersama keluarga, Cesario Gusmao bersama keluarga, serta semua keluarga besar Aldeia Onebuu yang selalu memberikan semangat, perhatian dan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.
8. Teman-teman seperjuanganku Mas Happy, Salman, Ken, Alan, Stev, Jefri, Ana Godinho, Guido dan Zitu yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
9. Seluruh teman-teman Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta baik yang seangkatan maupun lain angkatan. Terima kasih untuk kebersamaannya.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian terutama bagi mahasiswa Teknik Sipil.

Yogyakarta, 27 Juni 2019

Penulis

Gilberto de Carvalho da Conceição

DAFTAR ISI

TESIS

PERSETUJUAN PROPOSAL TESIS	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA HANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2

1.3.	Batasan Masalah.....	3
1.4.	Keaslian Penelitian.....	3
1.5.	Manfaat Penelitian	3
1.6.	Tujuan Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III LANDASAN TEORI

3.1.	Balok Beton Bertulang <i>Precast</i>	10
3.2.	Kekuatan Lentur Balok Dengan CFRP	10
3.3.	Kuat Lentur Balok Berpenampang Persegi.....	15
3.4.	Carbon Fiber Reinforced Plate (CFRP)	19
3.5.	Kuat Geser Balok Dengan Perkuatan FRP	19
3.7.	Pengaruh Arah Serat <i>Carbon Fiber Reinforced Polymer</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	22
3.8.	Kuat Tarik Plat Baja.....	23
3.9.	Kuat Geser As Drat Baja.....	24
3.10.	Sambungan Balok Beton Bertulang Pracetak	24

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1.	Bahan Penelitian.....	27
4.2.	Tahap Persiapan dan Pengadaan Material.....	28
4.2.1.	Bahan	28
4.2.2.	Alat Bantu Penelitian.....	33
4.3.	Sifat Material Pemodelan.....	41
4.3.1.	Beton	41
4.3.2.	Baja Tulangan Sifat.....	42
4.3.3.	Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)	44
4.3.3.1.	Matrik Polymer	45
4.3.3.2.	Serat Serat.....	46
4.4.	Tahap Pemeriksaan Bahan	48
4.4.1.	Pengujian agregat halus	48
4.2.2.	Pengujian Agregat Kasar	54
4.2.3.	Pengujian Tarik Baja	56
4.2.4.	Pengujian Geser Baja.....	58

4.3.	Material <i>CFRP</i>	59
4.4.	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	60
4.4.1.	Pembuatan Silinder Beton	60
4.4.2.	Pembuatan Balok Normal dan Balok Pracetak.....	60
4.5.	Tahap Perawatan Benda Uji.....	62
4.6.	Tahap Pengujian Benda Uji	64
4.6.1.	Pengujian kuat tekan silinder beton.....	64
4.6.2.	Pengujian modulus elastisitas beton	64
4.6.3.	Pengujian <i>modulus of rupture</i> balok beton.....	65
4.6.4.	Pengujian kuat lentur balok beton bertulang.	65
4.7.	Tahap Analisis Data	66
4.8.	Kerangka Penelitian	66
4.9.	Jadwal Penelitian.....	68

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1.	Pengujian Bahan Campuran Beton	69
5.1.1.	Pengujian agregrat halus.....	69

5.1.2.	Pengujian agregrat kasar.....	70
5.2.	Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	70
5.3.	Kebutuhan Penulangan Balok.....	71
5.4.	Pengujian Sifat Mekanik.....	71
5.4.1.	Pengujian modulus elastisitas beton.....	71
5.4.2.	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	72
5.4.3.	Pengujian kuat tarik baja tulangan.....	73
5.5.	Pemodelan sambungan balok dengan Program Abaqus.....	74
5.5.1.	Pemodelan balok Tipe I dengan Abaqus.....	74
5.5.2.	Pemodelan sambungan balok Tipe II dengan Abaqus.....	76
5.5.3.	Pemodelan sambungan balok Tipe III.....	77
5.6.	Pengujian Experiment Balok Beton Bertulang.....	79
5.6.1.	Pengujian kapasitas balok.....	79
5.6.2.	Hubungan antara beban dan defleksi beban.....	80
5.6.3.	Pola retak balok.....	83
5.7.	Grafik perbandingan hasil analisis abaqus dengan experiment.....	87

BAB VI SARAN DAN KESIMPULAN

6.1.	Kesimpulan	88
6.2.	Saran	89

DAFTAR PUSTAKA.....	90
----------------------------	-----------



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Distribusi tegangan-regangan beton	16
Gambar 3.2. Distribusi tegangan-regangan beton dengan penambahan CFRP (Kuriger et al., 2002).....	18
Gambar 3. 3. Perkuatan geser dengan FRP tiap sisi (ACI 440.2R-08, 2008)	20
Gambar 3. 4. Set Up benda uji balok (H. Sebastian 2017)	25
Gambar 3. 5. Set up benda uji balok tipe (H. Sebastian 2017).....	25
Gambar 3. 6. Set up benda uji balok tipe (H. Sebastian 2017).....	25
Gambar 4. 1. Semen gresik (https://id.wikipedia.org/wiki/Semen_Gresik).....	29
Gambar 4. 2. Agregrat halus (Standar Nasional Indonesia, 2002)	30
Gambar 4. 3. Agregrat kasar (Campuran & Menurut SNI 03-2834-2000)	30
<u>Gambar 4. 4.</u> <u>Baja tulangan</u> <u>(http://www.krakatausteel.com/?page=viewnews&action=view&id=2169).....</u>	<u>31</u>
Gambar 4. 5. Papan bekesting multiplex 12 mm (http://www.anekamaju.com/53-triplek).....	32
Gambar 4. 6. Plat baja (http://suksesbajasemesta.com/?p=127)	32
Gambar 4. 7. As drat (http://www.slbaut.com/baut-struktural/baut-a325/)	33

Gambar 4. 8. Alat bantu gelas ukur.

(<http://www.alatlabor.com/article/detail/216/fungsi-gelas-ukur>) 33

Gambar 4. 9. Alat bantu labu *erlenmeyer*.(<https://salamadian.com/alat-alat-laboratorium-kimia-biologi/>)..... 34

Gambar 4. 10. Timbangan ketelitian 0.02 gram.(<https://salamadian.com/alat-alat-laboratorium-kimia-biologi/>) 34

Gambar 4. 11. Saringan dan mesin pengayak.(
<https://d3sipilunj2013.wordpress.com/2016/05/17/pengujian-analisis-saringan-agregat-halus/>)..... 35

Gambar 4. 12. Alat bantu kaliper.(<https://id.wikihow.com/Membaca-Kaliper>) 35

Gambar 4. 13. Alat bantu oven listrik. 36

Gambar 4. 14. Alat bantu kerucut *Abrams*.(
<https://lauwtjunji.weebly.com/pengukuran-slump.html>) 36

Gambar 4. 15. Alat bantu *concrete mixer*.(https://en.indotrading.com/mesinpengadukbetonsemen_1255/) 37

Gambar 4. 16. Alat bantu cetok.(<https://id.wikipedia.org/wiki/Cetok>) 37

Gambar 4. 17. Alat bantu cetakan silinder beton.(<https://peralatan-teknik.com/produk/cetakan-silinder-beton/>) 38

Gambar 4. 18. Alat bantu *compression testing machine*.(<http://www.bairoe.cn/supplier-20949-compression-testing-machine>).. 38

Gambar 4. 19. Alat bantu <i>universal testing machine</i> (http://utscanada.com/product/14/United-STM-Electro-Mechanical-Series-Universal-Testing-Machine)	39
Gambar 4. 20. Alat bantu <i>loading frame</i> .(lab Fakultas Teknik Sipil Atma Jaya Yogyakarta).....	39
Gambar 4. 21. Alat bantu <i>linear variable differential transformer</i> .(lab Fakultas Teknik Sipil Atma Jaya Yogyakarta).....	40
Gambar 4. 22. Alat bantu <i>data logger</i> .(lab Fakultas Teknik Sipil Atma Jaya Yogyakarta).....	40
Gambar 4. 23. Alat bantu keeping beton. .(lab Fakultas Teknik Sipil Atma Jaya Yogyakarta).....	41
Gambar 4. 24. Diagram tegangan-regangan beton	42
Gambar 4. 25. Hubungan tegangan-regangan baja tulangan.....	43
Gambar 4. 26. Digaram tegangan-regangan	48
Gambar 4. 27. Pengujian kandungan lumpur dalam pasir(https://proyeksipil.blogspot.com/2017/02/cara-menguji-kandungan-kadar-lumpur-pada.html).....	49
Gambar 4. 28. Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir(https://rizaldi46.wordpress.com/2016/12/03/praktikum-pemeriksaan-zat-organik-dalam-agregat-halus/)	50

Gambar 4. 29. Lembaran serat CFRP (Sika Indonesia)	59
Gambar 4. 30. Ukuran benda uji silinder (Hendry S. 2017).....	60
Gambar 4. 31. Set up Benda uji sambungan balok normal	61
Gambar 4. 32. Benda uji balok sambungan dengan plat baja	61
Gambar 4. 33. Benda Uji Sambungan Balok perkuatan CFRP dan Plat baja	61
Gambar 4. 34. Detail sambungan balok dengan Plat baja.....	62
Gambar 4. 35. Detail sambungan balok dengan CFRP dan Plat baja	62
Gambar 4. 36. Bagan Alur Penelitian.....	67
Gambar 5. 1. Pemodelan balok Tipe I	75
Gambar 5. 2. Pemodelan tulangan balok.....	75
Gambar 5. 3. Grafik balok tipe I dengan Abaqus.....	75
Gambar 5. 4. Pemodelan balok Tipe II.....	76
Gambar 5. 5. Pemodelan tulangan balok Tipe II.....	77
Gambar 5. 6. Grafik balok Tipe II.....	77
Gambar 5. 7. Pemodelan balok Tipe III	78
Gambar 5. 8. Pemodelan tulangan balok Tipe III.....	78
Gambar 5. 9. Grafik balok Tipe III.....	79

Gambar 5. 10. Grafik kapasitas beban.....	80
Gambar 5. 11. Grafik hubungan dan defleksi balok tipe I	81
Gambar 5. 12. Grafik hubungan dan defleksi balok tipe II	81
Gambar 5. 13. Grafik hubungan dan defleksi balok tipe III.....	82
Gambar 5. 14. Grafik perbandingan hubungan beban dan defleksi balok	82
Gambar 5. 15. Balok tipe I diberikan beban.....	83
Gambar 5. 16. Hasil pola retak balok tipe I.....	83
Gambar 5. 17. Skets Retak balok	84
Gambar 5. 18. Detail retak balok Tipe I.....	84
Gambar 5. 19. Balok tipe II diberikan beban	84
Gambar 5. 20. Hasil pola retak balok tipe II	85
Gambar 5. 21. Skets Retak balok	85
Gambar 5. 22. Skets Retak balok Tipe II	85
Gambar 5. 23. Balok tipe III diberikan beban	86
Gambar 5. 24. Hasil pola retak balok tipe III	86
Gambar 5. 25. Skets Retak balok	86
Gambar 5. 26. Skets Retak balok Tipe III	86

Gambar 5. 27. Grafik Perbandingan Abaqus dengan Experiment 87



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Karakteristik <i>CFRP</i> (PT.Sika Indonesia)	19
Tabel 3. 2. Karakteristik <i>Epoxy</i> (PT. Sika Indonesia)	22
Tabel 3. 3. Karakteristik <i>Epoxy</i> (PT. Sika Indonesia)	23
Tabel 4. 1. Tipe fiber dan sifatnya	46
Tabel 4. 2. Jadwal penelitian	68
Tabel 5. 1. Hasil pengujian agregrat halus	69
Tabel 5. 2. Hasil Pengujian Agregrat Kasar	70
Tabel 5. 3. Perencanaan Mix Design per m ³	71
Tabel 5. 4. Hasil pengujian modulus elastisitas	72
Tabel 5. 5. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari	72
Tabel 5. 6. Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan	73
Tabel 5. 7. Pengujian kuat tarik pelat baja	73
Tabel 5. 8. Pengujian berat jenis	74
Tabel 5. 9. Hasil Experiment pengujian kapasitas balok	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian kandungan lumpur agregrat halus.....	93
Lampiran 2. Pengujian kandungan zat organik agregrat halus.....	94
Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregrat halus	95
Lampiran 4. Analisa saringan agregrat halus	96
Lampiran 5. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregrat kasar	97
Lampiran 6. Pengujian analisa saringan agregrat kasar	98
Lampiran 7. Perencanaan campuran beton.....	99
Lampiran 8. Table persyaratan fas dan semen mminimum	100
Lampiran 9. Perkiraan kebutuhan air	102
Lampiran 10. Perencanaan mix design.....	104
Lampiran 11. Kebutuhan bahan pembuatan benda uji beton	105
Lampiran 12. Perencanaan ukuran balok	106
Lampiran 13. Table Hasil pengujian baja	107
Lampiran 14. Table hasil pengujian beton	108
Lampiran 15. Table modulus elastisitas beton tipe I.....	109
Lampiran 16. Table modulus elastisitas beton tipe II	110

Lampiran 17. Table modulus elastisitas beton tipe III	111
Lampiran 18. Table hasil pengujian balok tipe I.....	112
Lampiran 19. Table hasil pengujian balok tipe II	113
Lampiran 20. Table hasil pengujian balok tipe III	114
Lampiran 21. Grafik perbandingan abaqus dengan experiment.....	115
Lampiran 22. Mode part untuk menggambar model pada abaqus	116
Lampiran 23. Mode material untuk input data material bahan yang digunakan	117
Lampiran 24. Mode instance untuk mangabungkan semua model pada tahap part	118
Lampiran 25. Mode step untuk menentukan waktu dan metode analisa.....	119
Lampiran 26. Mode interaction untuk gabungkan model gambar sesuai dengan fungsinya	120
Lampiran 27. Mode load untuk memberikan beban pada model	121
Lampiran 28. Mode boundary untuk memberikan tumpuan pada model	122
Lampiran 29. Mode mesh untuk membagi model dalam beberapa bagian.....	123
Lampiran 30. Mode job untuk membuat analisa model.....	124