

**SKRIPSI**

**PENGARUH *INTERFACE ZONE* TERHADAP  
KINERJA BETON DIANALISIS MENGGUNAKAN  
PRINSIP KERJA NYATA (DIAPLIKASIKAN PADA  
BETON NORMAL)**

**BIDANG REKAYASA STRUKTUR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memeroleh Gelar Sarjana**

**Teknik**



**OLEH :**

**FEBRIANI TRI LESTARI**

**201532007**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA**

**MALANG**

**2019**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## SKRIPSI

### PENGARUH *INTERFACE ZONE* TERHADAP KINERJA BETON DIANALISIS MENGGUNAKAN PRINSIP KERJA NYATA (DIAPLIKASIKAN PADA BETON NORMAL)

#### BIDANG REKAYASA STRUKTUR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memeroleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

**Febriani Tri Lestari**

**201532007**

Disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



**Dr. Ir. Agnes H Patty, M.T.**  
NIDK 8895450017

Dosen Pembimbing II,



**Lila Khamelda, S.T., M.T.**  
NIDN 0719127501

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



**Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.**  
NIDN 0720038001

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



**Surik, S.T., M.T.**  
NIDN 0714067401

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

### PENGARUH *INTERFACE ZONE* TERHADAP KINERJA BETON DIANALISIS MENGGUNAKAN PRINSIP KERJA NYATA (DIAPLIKASIKAN PADA BETON NORMAL)

#### BIDANG REKAYASA STRUKTUR

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Hari Jumat, Tanggal 11 Januari 2019

Disusun Oleh :

**Febriani Tri Lestari**

**201532007**

Disetujui Oleh,

Dosen Penguji I,



**Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.**  
NIDN 0720038001

Dosen Penguji II,



**Dr. Ir. Agnes H Patty, M.T.**  
NIDK 8895450017

Dosen Penguji Saksi,



**Lila Khameloa, S.T., M.T.**  
NIDN 0719127501

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



**Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T.**  
NIDN 0720038001

Ketua Jurusan Teknik sipil,



**Sunik, S.T., M.T.**  
NIDN 0714067401

## SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh *Interface Zone* Terhadap Kinerja Beton Dianalisis Menggunakan Prinsip Kerja Nyata (Diaplikasikan Pada Beton Normal)” merupakan karya tulis asli :

Nama : Febriani Tri Lestari

NIM : 201532007

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang

Dan bukan karya plagiat baik secara sebagian maupun seluruhnya.

Demikian surat keterangan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila terdapat kekeliruan, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Malang, 02 Februari 2019



Febriani Tri Lestari  
NIM. 201532007

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini. Laporan ini disusun sebagai persyaratan penyelesaian Skripsi Jurusan S1 Teknik Sipil dengan Judul “Pengaruh *Interface Zone* Terhadap Kinerja Beton Dianalisis Menggunakan Prinsip Kerja Nyata (Diaplikasikan Pada Beton Normal)”.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini, penyusun telah mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik sekaligus Dosen Penguji I yang dengan sabar telah menguji dan mengarahkan laporan ini menjadi laporan yang lebih baik
2. Ibu Sunik, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah menyetujui penelitian dan juga penyelesaian laporan ini.
3. Ibu Dr. Ir. Agnes H Patty, M.T selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Dosen Penguji II yang telah membimbing, menguji dan selalu mendukung dalam proses perencanaan, penelitian hingga terselesainya laporan ini.
4. Ibu Lila Khamelda, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Dosen Penguji saksi yang telah membimbing, menguji dan selalu mendukung dalam proses perencanaan, penelitian hingga terselesainya laporan ini.
5. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan, doa dan materi.
6. Markus Giga Baskara yang telah setia memberi doa, dukungan serta bantuan.

Penyusun menyadari masih banyak ketidaksempurnaan dan kekurangan dalam penyusunan laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan demi kesempurnaan laporan. Akhir kata, semoga laporan ini berguna bagi pembaca dan pengembangan bagi mahasiswa yang akan mengambil Skripsi atau penelitian dibidang ini.

Malang, 02 Februari 2019

Penyusun

## PERSEMBAHAN

Saya persembahkan laporan skripsi ini kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai, membimbing, memberkati semua proses kehidupan saya dan melindungi saya setiap saat
2. Ayah, ibu, kakak dan adik-adik yang senantiasa mendukung dan memberikan doa, sehingga tidak pernah menyerah untuk menyelesaikan studi saya
3. Keluarga besarku yang tercinta yang selalu memberikan doa setiap saat dan dukungan mental kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan studi saya dengan tepat waktu dan sangat baik
4. Rektor, pejabat kampus, para dosen dan semua karyawan Universitas yang sudah membantu melancarkan studi saya selama ini
5. Para Dosen Teknik Sipil, Bapak Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T, Ibu Sunik, S.T., M.T, Ibu Dr. Ir. Agnes H Patty, M.T, Ibu Lila Khamelda, S.T., M.T, Ibu Dr. Ir. Anna Catharina S.P.S, M.Si yang telah membantu, membimbing, mendidik saya dengan setia dan sabar menjadi orang yang lebih baik dalam hal akademis maupun non akademis
6. PTK Adi Sucipto dan Beasiswa Miserior APTIK yang sudah sangat membantu memperlancar studi saya
7. Keluarga Besar Yohanes Harnowo yang telah setia memberikan dukungan dan doa
8. Markus Giga Baskara yang dengan setia memberikan dukungan dan doa selama proses studi
9. Sahabat – sahabatku, Richard Ardi Prasetya dan Yunike Dwi Iskandar yang bersama-sama telah berjuang dan saling memberi dukungan dan bantuan selama proses studi
10. Semua teman-teman Jurusan Teknik Sipil angkatan 2015. Semoga kita semua selalu diberi kesuksesan.

Terimakasih kepada semua yang telah memberi dukungan sehingga semuanya terselesaikan dengan sangat baik dan lancar. Semoga Tuhan selalu memberkati kita semua. AMIN

## ABSTRAK

Beton merupakan material rekayasa yang sangat luas penggunaannya dalam bidang teknik sipil. Dipadukan dengan *reinforcement*, material ini mampu memikul beban besar, juga mampu dirancang untuk tangguh terhadap deformasi. Kelemahannya sebagai material *diskrit* adalah rentan retak (*notch sensitive*). Retak awal yang terjadi saat pengecoran, berpotensi merambat dan mengakibatkan penurunan daya dukung terhadap beban luar. Penelitian demi penelitian dan metode analisis dikembangkan sedemikian rupa sehingga kelemahan terhadap hal ini dapat teratasi. Perambatan retak yang menghantar material ke keruntuhan struktur, sesungguhnya merupakan pertimbangan utama dalam rekayasa teknologi beton. Sasaran pencapaian kualitas bukan saja mencakup aspek kekuatan, tetapi lebih signifikan pada aspek kinerja. Studi penelitian ini mengangkat kajian terhadap kinerja balok dengan retak awal dibawah *center point loading*. Parameter uji melibatkan rasio  $l/h$  sebagai pengaruh geometri dan angularitas sebagai pengaruh *interface zone*. Benda uji berupa balok dengan retak awal dibuat merujuk pada *RILLEM TECHNICAL COMMITTEE 50 FMC ON FRACTURE MECHANICS*. Dibawah *center point loading* kinerja benda uji diukur dengan menggunakan Prinsip Kerja Nyata (*real work*). Hasil yang didapatkan adalah energi elastis untuk A<sub>1</sub> (runtuh lentur,  $l/h = 5.5$  mm) adalah 5576.19 N.mm, A<sub>2</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 998.81 N.mm, A<sub>3</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 55.26 N.mm, B<sub>1</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 1867.03 N.mm, B<sub>2</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 1427.03 N.mm, B<sub>3</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 2152.5 N.mm. Energi plastis untuk A<sub>1</sub> (runtuh lentur,  $l/h = 5.5$  mm) adalah 110531.1 N.mm, A<sub>2</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 53866.75 N.mm, A<sub>3</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 53618.88 N.mm, B<sub>1</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 70899.75 N.mm, B<sub>2</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 61576.13 N.mm, B<sub>3</sub> (runtuh geser,  $l/h = 5.0$  mm) adalah 80894.38 N.mm. Balok A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> adalah balok yang terbuat dari agregat *angular* sedangkan untuk balok B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> adalah balok yang terbuat dari agregat *rounded*. Balok dengan agregat *angular*, runtuh lentur, mempunyai kinerja jauh lebih baik dibandingkan dengan yang runtuh geser. Hal ini dimungkinkan karena agregat *angular* mampu berkontribusi *bridging effect* sedemikian rupa sehingga menghasilkan retak mikro pada ujung retak aktual yang pada akhirnya berperan sebagai *crack arrester*. Sebaliknya balok dengan agregat *angular* runtuh geser kinerjanya lebih rendah dari runtuh geser balok dengan agregat *rounded*. Hal ini dimungkinkan sebagai akibat luas efektif bidang friksi pada agregat *angular* itu tidak sebesar pada agregat *rounded*. Baik pada balok dengan agregat *angular* maupun *rounded*, *reinforcement* sangat berpengaruh meningkatkan daktilitas.

**Kata kunci :** *interface zone*, kinerja (*toughness*), kerja nyata (*real work*).

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Ruang lingkup .....	1
1.4 Manfaat dan Tujuan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Interface Zone</i> .....	3
2.2 Pola Retak Beton.....	4
2.3 Kapasitas Struktur .....	9
2.4 Penjalaran dan Kelajuan Retak .....	12
2.5 Penelitian Terdahulu .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	15
3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3 Obyek Penelitian .....	16
3.4 Lokasi dan Waktu .....	16
3.5 Metode Pengumpulan Data .....	17
3.5.1 Alat dan Bahan.....	17
3.5.2 Tahapan Penelitian.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil .....	27



4.1.1	Hasil Pengujian Agregat .....	27
4.1.2	Komposisi Campuran ( <i>Mix Design</i> ) .....	27
4.1.3	Hasil Uji Kuat Tekan .....	29
4.1.4	Hasil Uji Lentur .....	29
4.1.5	Kecepatan Penjalaran .....	38
4.1.6	Pengukuran Kinerja.....	39
4.2	Pembahasan.....	42
4.2.1	Pengujian Agregat.....	42
4.2.2	Komposisi Campuran ( <i>Mix Design</i> ) .....	42
4.2.3	Kuat Tekan.....	42
4.2.4	Pola Runtuh.....	43
4.2.5	Kecepatan Penjalaran .....	43
4.2.6	Pengukuran Kinerja.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>45</b>
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>47</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar II-1 <i>Interface zone</i> pada agregat.....	3
Gambar II-2 Pola retak.....	4
Gambar II-3 Pembebanan .....	6
Gambar II-4 Lentur - geser .....	7
Gambar II-5 Lentur murni.....	8
Gambar II-6 Hubungan antar tegangan geser .....	9
Gambar II-7 Mekanisme keruntuhan berbasis energi .....	11
Gambar II-8 Grafik mekanisme keruntuhan .....	12
Gambar III-1 Diagram alir .....	15
Gambar III-2 Timbangan digital .....	17
Gambar III-3 Oven.....	17
Gambar III-4 Ayakan ASTM.....	18
Gambar III-5 Kerucut slump.....	18
Gambar III-6 Mesin cor mini .....	18
Gambar III-7 Alat pencetak silinder .....	19
Gambar III-8 Alat pencetak balok.....	19
Gambar III-9 <i>Compression machine</i> .....	19
Gambar III-10 <i>Loading frame</i> .....	20
Gambar III-11 Akrilik dan tulangan .....	21
Gambar III-12 Sistematika <i>set-up</i> pengujian lentur .....	25
Gambar III-13 Benda uji .....	26
Gambar IV-1 Grafik perbandingan kuat tekan <i>angular</i> dan <i>rounded</i> .....	29
Gambar IV-2 Tampak depan balok A1 .....	30
Gambar IV-3 Tampak belakang balok A1 .....	30
Gambar IV-4 Tampak depan balok A2.....	31
Gambar IV-5 Tampak belakang balok A2.....	31
Gambar IV-6 Tampak depan balok A3.....	32
Gambar IV-7 Tampak belakang balok A3 .....	32
Gambar IV-8 Tampak depan balok B1 .....	33
Gambar IV-9 Tampak belakang balok B1 .....	34
Gambar IV-10 Tampak depan balok B2.....	35

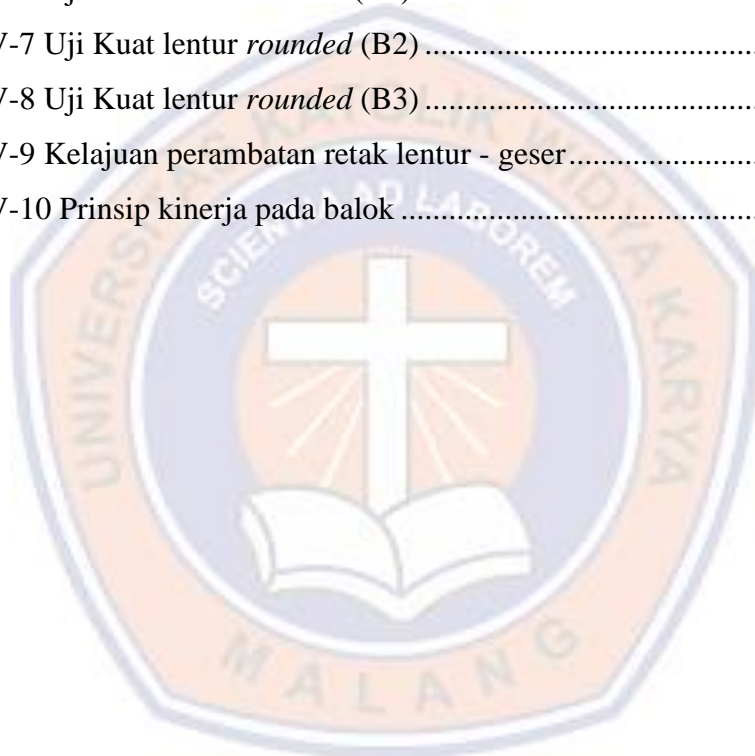
# PLAGIARISME ADALAH PELANGGARAN HAK CIPTA DAN ETIKA

Gambar IV-11Tampak belakang balok B2 .....	35
Gambar IV-12 Tampak depan balok B3 .....	36
Gambar IV-13 Tampak belakan balok B3 .....	37
Gambar IV-14 Retakan pada balok tampak depan A2.....	38
Gambar IV-15Retakan pada balok tampak depan A3.....	38
Gambar IV-16 Retakan pada balok tampak depan B1 .....	38
Gambar IV-17Retakan pada bagian depan balok B2.....	39
Gambar IV-18 Retakan pada balok tampak depan B3.....	39



**DAFTAR TABEL**

Tabel III-1 <i>Recommended Sizes of Beams for Measuring <math>G_F</math></i> .....	16
Tabel IV-1 Hasil <i>mix design (angular)</i> .....	28
Tabel IV-2 Hasil <i>mix design (rounded)</i> .....	28
Tabel IV-3 Hasil kuat lentur <i>angular (A1)</i> .....	30
Tabel IV-4 Hasil kuat lentur <i>angular (A2)</i> .....	31
Tabel IV-5 Uji kuat lentur <i>angular (A3)</i> .....	33
Tabel IV-6 Uji kuat lentur <i>rounded (B1)</i> .....	34
Tabel IV-7 Uji Kuat lentur <i>rounded (B2)</i> .....	35
Tabel IV-8 Uji Kuat lentur <i>rounded (B3)</i> .....	37
Tabel IV-9 Kelajuan perambatan retak lentur - geser .....	39
Tabel IV-10 Prinsip kinerja pada balok .....	40



**DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1	<i>Time Schedule</i> Dan <i>Logbook</i> Penelitian.....	1.1- 1.6
LAMPIRAN 2	Lembar Asistensi dan Revisi.....	2.1- 2.8
LAMPIRAN 3	Data Hasil Pengujian Agregat .....	3.1-3.5
	Tabel 3-1 Agregat kasar <i>rounded</i> .....	3.1
	Tabel 3-2 Agregat kasar <i>angular</i> .....	3.1
	Tabel 3-3 Agregat halus .....	3.2
	Tabel 3-4 Analisa Saringan Agregat Halus.....	3.2
	Tabel 3-5 Analisa Saringan Agregat Kasar ( <i>Rounded</i> ).....	3.3
	Tabel 3-6 Analisa Saringan Agregat Kasar ( <i>Angular</i> ).....	3.4
	Tabel 3-7 Agregat Kasar <i>Rounded</i> .....	3.4
	Tabel 3-8 Agregat Kasar <i>Angular</i> .....	3.5
	Tabel 3-9 Agregat Halus .....	3.5
LAMPIRAN 4	Data Hasil Kuat Tekan .....	4.1
	Tabel 4-1 Hasil uji kuat tekan .....	4.1
LAMPIRAN 5	Data Detail Hasil Kuat Lentur.....	5.1-5.20
	Tabel 5-1 Data detail hasil kuat lentur <i>angular</i> (A1).....	5.1
	Tabel 5-2 Data detail hasil kuat lentur <i>angular</i> (A2).....	5.3
	Tabel 5-3 Data detail hasil kuat lentur <i>angular</i> (A3).....	5.6
	Tabel 5-4 Data detail hasil kuat lentur <i>rounded</i> (B1) .....	5.9
	Tabel 5-5 Data detail hasil kuat lentur <i>rounded</i> (B2) .....	5.13
	Tabel 5-6 Data Detail Uji Kuat Lentur <i>Rounded</i> (B3).....	5.17
LAMPIRAN 6	Gambar Grafik Daerah Elastis Dan Plastis Balok.....	6.1-6.3
	Tabel 6-1 Daerah elastis dan plastis.....	6.1
LAMPIRAN 7	Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....	7.1-7.5

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material ‘*diskrit*’ (sejumlah jenis elemen yang berbeda dan tidak saling bersambungan) yang bersifat getas atau quasi-regas (rapuh dan mudah pecah/retak) untuk kondisi tertentu (misalkan dengan menggunakan tulangan atau penggunaan material (kualitas)). Sebagaimana diketahui bahwa keruntuhan material beton berawal pada retak matriks sesaat sesudah tercapai kuat tariknya ; pada beton dengan kekuatan tinggi retak akan berjalan cepat sekali memotong baik matriksnya juga agregatnya. Fenomena ini merupakan keruntuhan katastropik (monolitik) yang seharusnya dihindari. Sebaliknya, pada beton dengan sifat quasi-regas, saat matriks mencapai kuat tariknya, beban diambil alih oleh agregat dan retak berjalan melalui *interface zone* tahap demi tahap, fenomena ini dikenal sebagai keruntuhan semi daktail (quasi-regas), karena aksi komposit.

Dari sudut pandang geometri mudah untuk dipahami bahwa balok lentur untuk  $l/h$  tertentu berpotensi untuk runtuh lentur. Runtuh lentur yang bersifat daktail maupun semi-daktail (quasi-regas / quasi-brittle) diterapkan terjadi pada bentang yang relatif lebih besar, sebaliknya pada balok dengan bentang yang relatif pendek, keruntuhan lentur berpotensi beralih menjadi keruntuhan geser, ini menunjukkan bahwa parameter non-dimensial  $l/h$  secara signifikan berpengaruh terhadap tipe keruntuhan balok. Perilaku keruntuhan lentur yang daktail ke keruntuhan geser yang getas, juga dipengaruhi oleh karakteristik *interfacezone*.

Penelitian ini mengaplikasikan prinsip kerja nyata (*real work*) pada balok dengan keruntuhan geser dengan  $l/h$  sebagai parameternya.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang dibahas, maka rumusan masalah yang diangkat pada tugas akhir ini :

1. Kajian geometri  $l/h$  dan *interface zone* terhadap pola runtuh balok
2. Kajian terhadap laju keruntuhan lentur – geser.

### 1.3 Ruang lingkup

Permasalahan yang akan dikaji pada penelitian ini adalah :

1. Uji lentur (*center point loading*) terhadap balok beton normal dengan agregat *angular* dan agregat *rounded*
2. Analisis “kerja nyata” untuk mendiskripsikan kinerja berdasarkan *interface zone*.

#### 1.4 Manfaat dan Tujuan

Penggunaan kriteria kekuatan sebagai dasar analisis kapasitas struktur secara luas digunakan pada proses desain. Satu hal yang perlu dipertimbangkan adalah kriteria kekuatan tidak menjawab pola keruntuhan. Kriteria energi yang diangkat pada penelitian ini akan menjawab baik kapasitas sekaligus pola keruntuhan struktur.

