

TUGAS AKHIR

**KOMPARASI MOMEN RETAK TEORITIS DAN EKSPERIMEN BALOK
BETON BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik dalam program studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Jember



Disusun Oleh:

WAHYU NUR APRILLIA

NIM. 1810611085

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

2023

**HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**KOMPARASI MOMEN RETAK TEORITIS DAN EKSPERIMEN BALOK
BETON BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik dalam program studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jember*

Diajukan Oleh:

**WAHYU NUR APRILLIA
NIM. 1810611085**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM.
NIDN. 0010067301

Dosen Pembimbing II



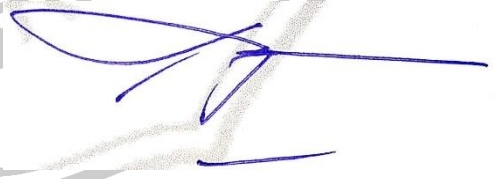
Amri Gunasti, ST., MT.
NIP. 19800709 200501 1 001

Dosen Penguji I



Ir. Pujo Priyono, MT.
NIDN. 0022126402

Dosen Penguji II



Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT.
NIDN. 0013086602

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**KOMPARASI MOMEN RETAK TEORITIS DAN EKSPERIMEN BALOK
BETON BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL**
TUGAS AKHIR

Dipertahankan dihadapan penguji Sidang Skripsi pada Jum'at 06 Januari 2023 dan diterima untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik dalam program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

Disusun Oleh:
WAHYU NUR APRILLIA
NIM. 1810611085

Disahkan Oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM.
NIDN. 0010067301

Dosen Pembimbing II



Amri Gunasti, ST., MT.
NIP. 19800709 200501 1 001

Dosen Penguji I



Ir. Pujo Priyono, MT.
NIDN. 0022126402

Dosen Penguji II



Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT.
NIDN. 0013086602

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM
NPK. 1978040510308366

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Taufan Abadi, ST., MT.

NPK. 05 12 419

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Nur Aprillia

NIM : 1810611085

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul **“KOMPARASI MOMEN RETAK TEORITIS DAN EKSPERIMEN BALOK BETON BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL”**.

Merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain, kecuali yang disebut dari sumber asli dan tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari terbukti terhadap plagiat dalam Tugas Akhir saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 24 Januari 2023

Yang membuat pernyataan,



Wahyu Nur Aprillia
NIM. 1810611085

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Ayah, Ibu, kakak dan keluarga tercinta atas pengorbanan, nasihat, dukungan serta doanya yang selalu diberikan setiap saat tanpa henti.
2. Bapak Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Bapak Taufan Abadi, ST., MT. selaku Ketua Kaprodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
4. Bapak Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM. dan Bapak Amri Gunasti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Seluruh Dosen, staff dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember yang telah membantu dalam kelancaran penelitian, penyelesaian administrasi dan lainnya.
6. Teman-teman semua angkatan 2018 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember yang selalu memberi dukungan.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, bahkan mereka yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
8. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for just being me all time.*

MOTTO

"Kawula namung saderma, mobah-mosik kersaning hyang sukmo."



PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim,
Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah swt. yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam selalu tucurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad saw. yang senantiasa membimbing kita dari jaman kegelapan menuju jaman terang-benderang dan selalu memberikan syafaat bagi umatnya, sehingga menjadi panutan dalam menjalankan setiap aktivitas sehari-hari karena sungguh sesuatu hal yang sangat sulit menguji ketekunan dan kesabaran untuk tidak pantang menyerah dalam menyelesaikan penulisan ini.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Studi Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember dengan Judul "Momen Retak Balok Beton Bertulang Rangkap Pada Mutu Beton Berbeda Dengan Agregat Normal".

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang berperan penting yaitu:

1. Bapak Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Bapak Taufan Abadi, ST., MT. selaku Ketua Kaprodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Bapak Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM. dan Bapak Amri Gunasti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. Seluruh Dosen, staff dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember yang telah membantu dalam kelancaran penelitian, penyelesaian administrasi dan lainnya.

5. Ayah, Ibu dan keluarga tercinta atas pengorbanan, nasihat, dukungan serta doanya yang selalu diberikan setiap saat tanpa henti.
6. Teman-teman semua angkatan 18 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember yang selalu memberi dukungan.
7. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for just being me all time.*

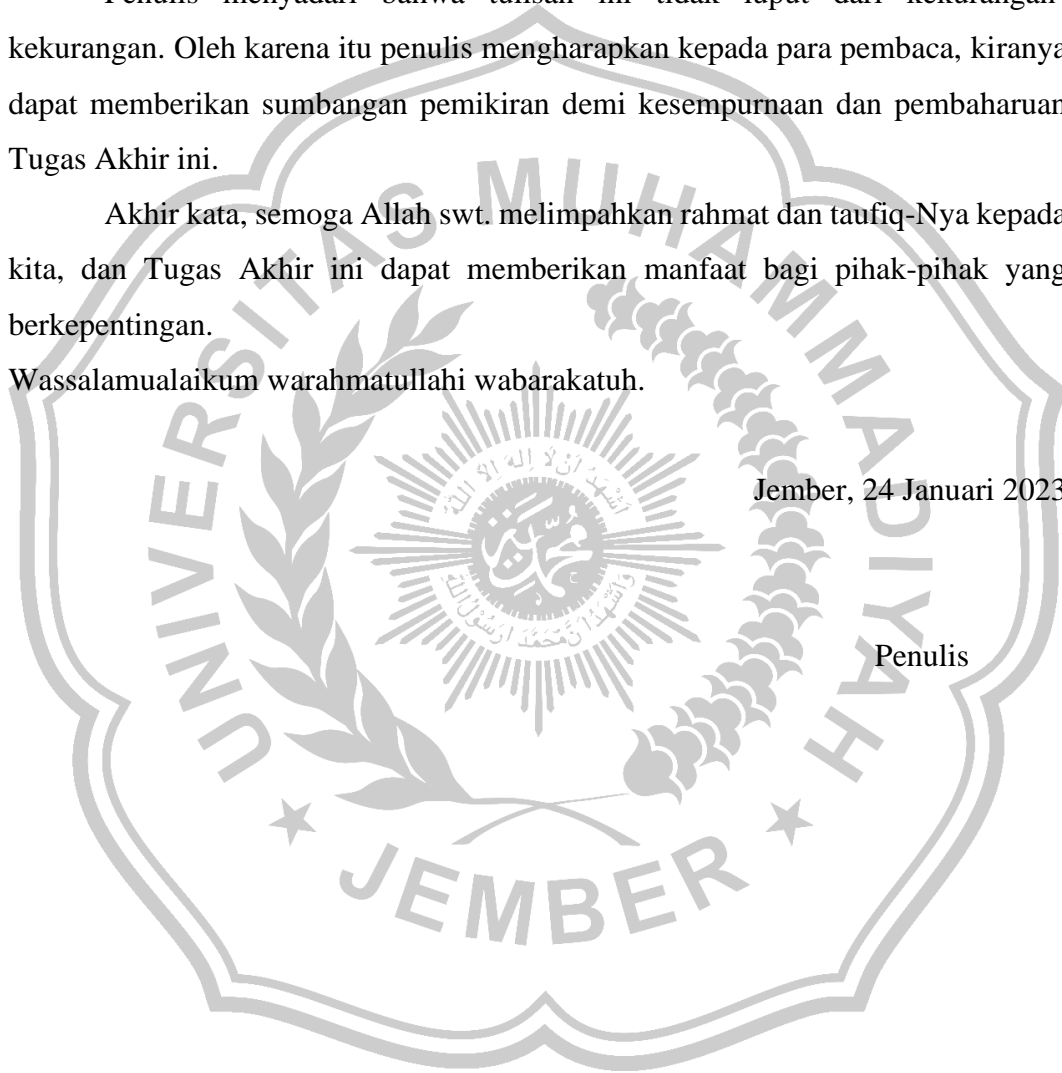
Penulis menyadari bahwa tulisan ini tidak luput dari kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kepada para pembaca, kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah swt. melimpahkan rahmat dan taufiq-Nya kepada kita, dan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Jember, 24 Januari 2023

Penulis



DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	1
HALAMAN PERSETUJUAN	2
HALAMAN PENGESAHAN.....	3
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	4
PERSEMBAHAN.....	5
MOTTO	6
PRAKATA	7
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	12
DAFTAR TABEL	14
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tinjauan Umum.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Penelitian Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Bahan Pembentuk Beton Bertulang	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 <i>Portland Composite Cement (PCC)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Air	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Agregat.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.4 Bahan tambah	Error! Bookmark not defined.
2.3.5 Baja Tulangan.....	Error! Bookmark not defined.

2.4 Analisis Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Rangkap.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Pola Retak.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Jenis–Jenis Keruntuhan pada Balok Beton Bertulang	Error! Bookmark not defined.
2.7 Lendutan (Δ).....	Error! Bookmark not defined.
2.8 Daktilitas	Error! Bookmark not defined.
BAB III.....	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Umum	Error! Bookmark not defined.
3.2 Peralatan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Penyiapan Benda Uji	Error! Bookmark not defined.
3.4 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5 Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Pemeriksaan Material.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.1 Semen	Error! Bookmark not defined.
3.6.2 Agregat	Error! Bookmark not defined.
3.6.3 Air.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.4 Bahan Tambah.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.5 Baja Tulangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.7 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	Error! Bookmark not defined.
3.8 Benda Uji.....	Error! Bookmark not defined.
3.8.1 Benda Uji Besi Tulangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.8.1 Persiapan Pembuatan Benda Uji.....	Error! Bookmark not defined.
3.9 Pengecoran Benda Uji	Error! Bookmark not defined.
3.10 Perawatan Benda Uji	Error! Bookmark not defined.
3.11 Pengujian Benda Uji.....	Error! Bookmark not defined.
3.11.1 Pengujian Tarik Tulangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.11.2 Pengujian Kuat Tekan Beton	Error! Bookmark not defined.
3.11.3 Set up Pengujian Lentur Balok	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.

4.1 Karakteristik Agregat	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.
4.2 Kuat Tarik Baja Tulangan	Error! Bookmark not defined.
4.3 <i>Mix Design</i> Beton	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Perencanaan <i>Mix Design</i> K-300	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Perencanaan <i>Mix Design</i> K-350	Error! Bookmark not defined.
4.3.3 Perencanaan <i>Mix Design</i> K-400	Error! Bookmark not defined.
4.4 Kuat Tekan Beton	Error! Bookmark not defined.
4.5 Hasil Perhitungan Teoritis Balok	Error! Bookmark not defined.
4.5.1 Perhitungan Kapasitas Balok ($f'c = 22.00$ MPa) .	Error! Bookmark not defined.
4.5.2 Perhitungan Kapasitas Balok ($f'c = 28.00$ MPa) .	Error! Bookmark not defined.
4.5.3 Perhitungan Kapasitas Balok ($f'c = 30.02$ MPa) .	Error! Bookmark not defined.
4.6 Hasil Pengujian Lentur Balok	Error! Bookmark not defined.
4.6.1 Hubungan Beban dengan Lendutan	Error! Bookmark not defined.
4.6.2 Hubungan Tegangan dan Regangan Tekan Beton	Error! Bookmark not defined.
4.7 Kapasitas Lentur Balok	Error! Bookmark not defined.
4.7.1 Beban Retak Awal Balok	Error! Bookmark not defined.
4.7.2 Beban Retak Maksimum Balok	Error! Bookmark not defined.
4.7.3 Momen Retak	Error! Bookmark not defined.
4.8 Daktilitas	Error! Bookmark not defined.
4.9 Perbandingan Hasil Nilai Teoritis dan Eksperimen ...	Error! Bookmark not defined.
4.10 Pola Retak Pada Balok	Error! Bookmark not defined.
4.11 Validasi Menggunakan Aplikasi Diana FEA	Error! Bookmark not defined.
BAB V	Error! Bookmark not defined.
PRNUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.

5.2 Saran**Error! Bookmark not defined.**
DAFTAR PUSTAKAError! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tulangan Polos	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Penampang Balok.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Distribusi Tegangan-Regangan pada Balok Bertulang Rangkap	Error!
	Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Retak lentur	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Retak geser-lentur	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Retak Puntir.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Retak Lekatan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Hubungan non linier – balok beton bertulang..	Error! Bookmark not defined.
	defined.
Gambar 2.9 Pola retak lentur pada balok	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 Kategori Retak	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.11 Kondisi sebelum retak.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.12 Tegangan regangan pada tahap sebelum retak	Error! Bookmark not defined.
	defined.
Gambar 2.13 Tahap Setelah Retak, Sebelum Tulangan Meleleh (elastis).....	Error!
	Bookmark not defined.
Gambar 2.14 Tahap <i>Ultimate</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.15 Daerah Hubungan Beban-Lendutan Balok Beton Bertulang ...	Error!
	Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Geometri balok dan detail tulangan balok rangkap.....	
	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Bagan alir tahapan penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Set Up Uji Lentur Balok.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Skema Pengujian	
.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Hubungan Beban dan Lendutan ($f'c = 22.00$ Mpa)	Error! Bookmark not defined.
	not defined.
Gambar 4.3 Hubungan Beban dan Lendutan ($f'c = 28.00$ Mpa)	Error! Bookmark not defined.
	not defined.

Gambar 4.4 Hubungan Beban dan Lendutan ($f'c = 30.20$ Mpa)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Gabungan Hubungan Beban dan Lendutan**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Hubungan Tegangan dan Regangan Beton ($f'c = 22.00$ MPa) .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Hubungan Tegangan dan Regangan Beton ($f'c = 28.00$ Mpa)... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Hubungan Tegangan dan Regangan Beton ($f'c = 30.20$ Mpa)... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Gabungan Hubungan Tegangan dan Regangan Beton..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Hasil Perbandingan Retak Awal Hasil Teoritis dan Eksperimen**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Hasil Perbandingan Nilai Retak Maksimum Hasil Teoritis **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Hasil Perbandingan Nilai Momen Retak Hasil Teoritis..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Hasil Pengujian Daktilitas.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Pola Retak Balok Hasil Eksperimen dan Validasi FEA dengan Kuat Tekan Beton Beton $f'c = 22.00$ MPa**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Pola Retak Balok Hasil Eksperimen dan Validasi FEA dengan Kuat Tekan Beton $f'c = 28.00$ MPa.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Pola Retak Balok Hasil Eksperimen dan Validasi FEA dengan Kuat Tekan Beton $f'c = 30.20$ Mpa.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Tegangan Maksimum pada Aplikasi Diana FEA dengan Kuat Tekan Beton Beton $f'c = 22.00$ MPa**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4,18 Tegangan Maksimum pada Aplikasi Diana FEA dengan Kuat Tekan Beton Beton $f'c = 28.00$ MPa**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.19 Tegangan Maksimum pada Aplikasi Diana FEA dengan Kuat Tekan Beton Beton $f'c = 30.20$ MPa**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Proporsi *Mix Design* K-300**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 Proporsi *Mix Design* K-350**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 Proporsi *Mix Design* K-400**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Benda Uji..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Retak Awal Hasil Teoritis dan Eksperimen... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Retak Maksimum Hasil Teoritis dan Eksperimen
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.10 Perbandingan Nilai Momen Retak Hasil Teoritis dan Eksperimen
.....**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Daktilitas.....**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.12 Hasil Nilai Teoritis dan Eksperimen....**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.13 Spesifikasi Material Aplikasi Diana FEA **Error! Bookmark not defined.**

