

SKRIPSI

**VARIASI KETEBALAN KOMPOSIT SERAT
RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*)
DENGAN *MATRIX EPOXY* SEBAGAI PERKUATAN
LENTUR EKSTERNAL BALOK BETON BERTULANG**

BIDANG REKAYASA STRUKTUR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memeroleh Gelar Sarjana Teknik



Oleh :

Yohanes Sri Aji Dwi Cahyadi

201632018

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA

MALANG

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

VARIASI KETEBALAN KOMPOSIT SERAT
RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*) DENGAN
MATRIX EPOXY SEBAGAI PERKUATAN LENTUR
EKSTERNAL BALOK BETON BERTULANG

BIDANG REKAYASA STRUKTUR DAN MATERIAL

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memeroleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

Yohanes Sri Aji Dwi Cahyadi

201632018

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing I,

Benedictus Sonny Y, S.Pd., M.T.

NIDN. 0720038001

Dosen Pembimbing II,

Ir. D.J. Djoko H. Santjojo, M.Phil, Ph.D.

NIDN. 0031016602



Dekan Fakultas Teknik,

Danang Murdiyanto, S.T., M.T.

NIDN. 0708017604

Mengetahui



Ketua Prodi Jurusan Teknik Sipil,

Dr. Ir. Anna Catharina Sri Purna S, M.Si.

NIDN. 0728046501

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**VARIASI KETEBALAN KOMPOSIT SERAT
RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*) DENGAN
MATRIX EPOXY SEBAGAI PERKUATAN LENTUR
EKSTERNAL BALOK BETON BERTULANG**

BIDANG REKAYASA STRUKTUR DAN MATERIAL

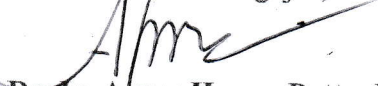
Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang dan diterima untuk
memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
pada Jumat, 15 Juli 2020

Disusun Oleh:

**Yohanes Sri Aji Dwi Cahyadi
201632018**

Disetujui Oleh,

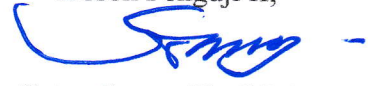
Dosen Penguji I,



Dr. Ir. Agnes Hanna Patty, M.T.

NIDN. 9900986176

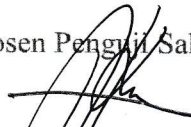
Dosen Penguji II,



Benedictus Sonny Y., S.Pd., M.T.

NIDN. 0720038001

Dosen Penguji Saksi,



Ir. D.J. Djoko H. Santjojo, M.Phil, Ph.D.

NIDN. 0031016602



Dekan Fakultas Teknik,

Danang Murdiyanto, S.T., M.T.

NIDN. 0708017604



Mengetahui

Ketua Prodi Jurusan Teknik Sipil,

Dr. Ir. Anna Catharina Sri Purna S, M.Si.

NIDN. 0728046501

SURAT PERNYATAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Variasi Ketebalan Komposit Serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) Dengan *Matrix Epoxy* Sebagai Perkuatan Lentur Eksternal Balok Beton Bertulang” merupakan karya tulis asli:

Nama : Yohanes Sri Aji Dwi Cahyadi

NIM : 201632018

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila terdapat kekeliruan dalam penyusunan karya tulis ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Sidoarjo, 15 Juli 2020




Yohanes S. A. Dwi Cahyadi

NIM.201632018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasihNya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Variasi Ketebalan Komposit Serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) Dengan *Matrix Epoxy* Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Benedictus Sonny Y., S.Pd., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I,
 2. Bapak Ir. D.J. Djoko H. Santjojo, M.Phil, Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing II,
 3. Ibu, Ayah dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, doa dan motivasi,
 4. Bapak Danang Murdiyanto, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik
 5. Ibu Dr. Ir. Anna Catharina Sri Purna S, M.Si. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
 6. ADARO FOUNDATION yang senantiasa memberikan dukungan dalam beasiswa dan motivasi,
 7. Drs. Wiyono, MM. Selaku orang tua wali selama studi di Kota Malang yang senantiasa membimbing, memotivasi dan memberikan doa,
 8. Teman-teman terkasih pejuang PKM – PE 2019 UKWK Oktavianus Dwi Elpasatvira dan Julio Wiby C. H yang telah berjuang bersama-sama dalam penyelesaian tugas akhir
 9. Teman-teman terkasih Silvianus Regiantoro, S.T., Agatha Putri Rosalia, S.T., Markus Giga S.T., Filipus Hendra Subagia S.T., yang telah senantiasa memberikan dukungan dan bantuan,
 10. Teman-teman Teknik Sipil UKWK,
 11. Teman-teman KTM Sel Don Bosco Malang,
 12. Teman-teman BEM - FT Periode 2019/2020,
- serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam, penelitian maupun penyusunan skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, dengan rendah hati penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

Sidoarjo, 31 Juli 2020

Penyusun

ABSTRAK

Industri material merupakan wujud dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam menjawab kebutuhan jaman Dewasa ini perbaikan eksternal struktur adalah salah satu metode yang digunakan dalam perbaikan struktur konstruksi bangunan yang memerlukan perhatian khusus dari biaya yang digunakan. Umumnya material perbaikan struktur yang digunakan saat ini berbahan dasar *fibre reinforced polymer* (FRP) yang dapat biaya perbaikannya cukup mahal jika diterapkan pada rumah sederhana. Komposit merupakan material hasil penggabungan dari dua macam material atau lebih, yang terdiri atas *matrix* dan *reinforcement*. Komposit rumput payung merupakan salah satu inovasi material yang dapat ditawarkan sebagai solusi dalam menggantikan *fibre reinforced polymer* (FRP), karena komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) bahan materialnya yang mudah didapat dan ramah lingkungan. Sebagai upaya meningkatkan kekuatan lentur balok beton bertulang komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) digunakan sebagai metode perkuatan eksternal kapasitas lentur balok beton bertulang, dikarenakan komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) memiliki kuat tarik yang baik sehingga dapat memberi dukungan dan penambahan kapasitas tarik pada balok beton bertulang yang menyebabkan meningkatnya kapasitas lentur dari balok beton bertulang. Dalam penelitian ini melihat pengaruh variasi ketebalan komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) dengan *matrix epoxy* sebagai perkuatan lentur balok beton bertulang. Variasi perkuatan lentur komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) yang diberikan adalah tanpa perkuatan lentur, 5mm, 10mm, dan 15mm. Hasil penelitian diperoleh bahwa variasi ketebalan komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) dengan *matrix epoxy* berpengaruh terhadap kekuatan lentur balok beton bertulang. Persentase pengaruh tertinggi menunjukkan 21,71% pada variasi perkuatan 15 mm (D) dimana nilai tersebut lebih besar dari persentase minimum yaitu 10%. Terjadi retak geser pada semua variasi yang menggunakan perkuatan komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*), hal ini disebabkan oleh kenaikan kapasitas lentur dari dampak penggunaan komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) pada balok beton bertulang akan tetapi kapasitas geser masih tetap sehingga mengakibatkan geser. Namun nilai lendutan (Δ) tertinggi dicapai oleh variasi tanpa perkuatan lentur komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) yang memperoleh hasil 2113 mm

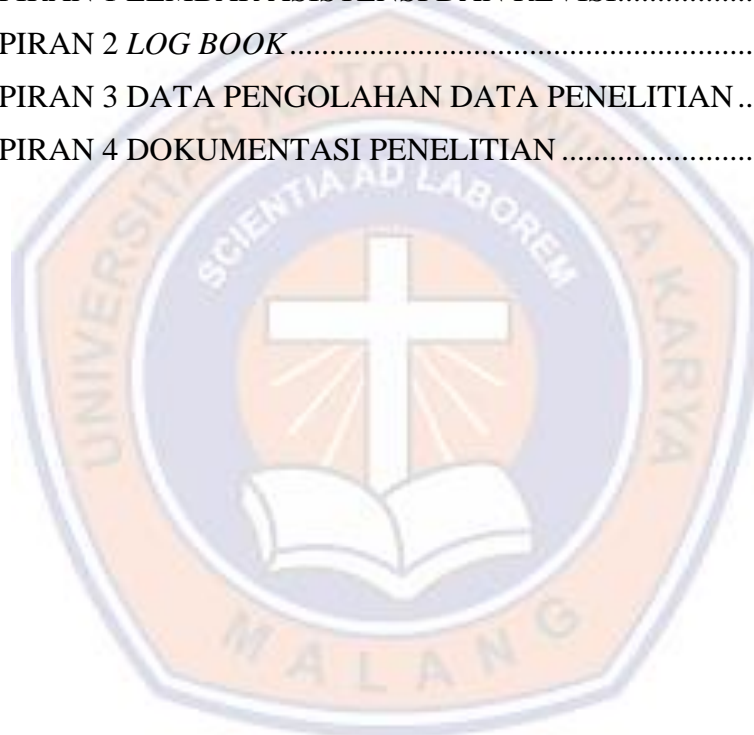
Kata Kunci: Komposit, Rumput Payung, Perkuatan Lentur Balok, Perbaikan Struktur Eksternal.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Komposit.....	5
2.1.1 Definisi Komposit.....	5
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Komposit	5
2.2 Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>).....	6
2.3 Epoxy.....	6
2.4 Alkalisasi Serat Rumput Payung menggunakan Alkali/NaOH	7
2.5 Balok Beton Bertulang.....	8
2.6.1 Definisi Beton Bertulang	8
2.6.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton Bertulang.....	8
2.6 Kuat Lentur	10
2.7.1 Beban Lentur Maksimum (P_{Lmaks})	10
2.7.2 Modulus Keruntuhan (MOR).....	10
2.7 Perkuatan Lentur Balok Bertulang.....	11
2.8 Pola Retak Balok Beton Bertulang	12
2.9 Penelitian Terdahulu	14

2.10	Diagram Alir <i>History</i> Penelitian Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>)	17
BAB III METODE PENELITIAN		18
3.1	Jenis Penelitian.....	18
3.2	Objek Penelitian.....	18
3.3	Dimensi Benda Uji.....	18
3.4	Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	20
3.4.1	Bahan Dan Alat.....	20
3.6	Tahapan Penelitian.....	31
3.5.1	Penelitian Rintisan	31
3.5.2	Pembuatan Beton Bertulang.....	32
3.5.3	Pembuatan Spesimen Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>)	33
3.5.4	Penempelan komposit rumput payung (<i>Cyperus altenifolius</i>) sebagai material perkuatan balok beton tulang.....	37
3.5.5	Analisa dan kesimpulan	38
3.7	<i>Set Up</i> Benda Uji	40
3.8	Diagram Alir Penelitian	42
3.9	Kerangka Pikir Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	HASIL.....	44
4.1.1	Pengujian Agregat.....	44
4.1.2	Komposisi Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	48
4.1.3	Kuat Tekan Beton	48
4.1.4	Tebal Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>).....	49
4.1.5	Beban Lentur Maksimum Dan Tegangan Lentur Maksimum	49
4.1.6	Lendutan Benda Uji Variasi Ketebalan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>).....	50
4.1.7	Pola Retak Pada Balok Akibat Beban Lentur	51
4.2	Pembahasan.....	52
4.2.1	Tebal Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>). ..	52
4.2.2	Pengaruh Variasi Ketebalan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Dengan Matrix <i>Epoxy</i> Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang.....	54

4.2.3	Perbandingan Nilai Beban Lentur Dan Lendutan Terhadap Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) ..	57
4.2.4	Bentuk Deformasi	59
4.2.5	Pola retak balok beton bertulang.....	66
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1	KESIMPULAN.....	73
5.2	SARAN.....	74
	DAFTAR PUSTAKA	76
	LAMPIRAN.....	80
	LAMPIRAN 1 LEMBAR ASISTENSI DAN REVISI.....	A
	LAMPIRAN 2 LOG BOOK.....	B
	LAMPIRAN 3 DATA PENGOLAHAN DATA PENELITIAN.....	C
	LAMPIRAN 4 DOKUMENTASI PENELITIAN	D



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR II - 1 Retak Lentur	13
GAMBAR II - 2 Retak Tarik Diagonal.....	13
GAMBAR II - 3 Retak Geser Lentur	14
GAMBAR III - 1 Dimensi Benda Uji	19
GAMBAR III - 2 Perencanaan Dimensi Benda Uji.....	19
Gambar III - 3 Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>).....	20
Gambar III - 4 Lem <i>Epoxy</i> (<i>Resin</i> dan <i>Hardener</i>)	21
Gambar III - 5 Alkali NaOH	22
GAMBAR III - 6 Perencanaan Peletakan Mika <i>Acrylic</i>	23
Gambar III - 7 Oven.....	24
GAMBAR III - 8 Kerucut Slump.....	25
Gambar III - 9 Mesin Pemipih Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>)	26
GAMBAR III - 10 Mesin Molen Cor	26
GAMBAR III - 11 Timbangan Digital.....	27
Gambar III - 12 Alat Press	28
Gambar III - 13 <i>Load Cell</i>	28
Gambar III - 14 <i>Load Meter</i>	29
Gambar III - 15 <i>Linear Variable Displacement Transducer (LVDT)</i>	30
Gambar III - 16 <i>Displacement meter</i>	30
GAMBAR III - 17 <i>Compression machine</i>	31
Gambar III - 18 Pengepresan komposit	35
Gambar III - 19 Dimensi Komposit	36
Gambar III - 20 Susunan Serat Pada Tiap Lamina	36
GAMBAR III - 21 <i>Set Up</i> Benda Uji.....	40
GAMBAR IV- 1 Kondisi Benda Uji Variasi Tanpa Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Sebelum Pengujian, Kode Benda Uji (A1)	60
GAMBAR IV- 2 Kondisi Benda Uji Variasi Tanpa Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Sesudah Pengujian, Kode Benda Uji (A).....	61
GAMBAR IV- 3 Kondisi Benda Uji Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Setebal 5 mm Sebelum Pengujian, Kode Benda Uji (B) 62	
GAMBAR IV- 4 Kondisi Benda Uji Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Setebal 5 mm Sesudah Pengujian, Kode Benda Uji (B) 62	
GAMBAR IV- 5 Kondisi Benda Uji Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Setebal 10 mm Sebelum Pengujian, Kode Benda Uji (C)	63
GAMBAR IV- 6 Kondisi Benda Uji Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Setebal 10 mm Sesudah Pengujian, Kode Benda Uji (C)	64
GAMBAR IV- 7 Kondisi Benda Uji Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Setebal 15 mm Sebelum Pengujian, Kode Benda Uji (D1)	65

GAMBAR IV- 8 Kondisi Benda Uji Variasi Perkuatan Komposit Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) Setebal 15 mm Sesudah Pengujian, Kode Benda Uji (D1) 65

GAMBAR IV- 9 Pola Retak Benda Uji A 66

GAMBAR IV- 10 Pola Retak Benda Uji B 68

GAMBAR IV- 11 Pola Retak Benda Uji C 69

GAMBAR IV- 12 Pola Retak Benda Uji D 70



DAFTAR TABEL

TABEL III - 1 Jumlah Variasi benda uji.....	18
TABEL IV - 1 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	44
TABEL IV - 2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Halus.....	45
TABEL IV - 3 Analisa Saringan Agregat Halus / Modulus Butir Halus (MBH) .	45
TABEL IV - 4 Gradasi Pasir	46
TABEL IV - 5 Analisa Saringan Agregat Kasar / Modulus Butir Kasar (MBK) .	46
TABEL IV - 6 Gradasi Batu Pecah.....	46
TABEL IV - 7 Hasil Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Lumpur Dalam Pasir)	47
TABEL IV - 8 Hasil Pengujian Berat Volume Padat (HPBVP) / Gembur Agregat Halus	47
TABEL IV - 9 Hasil Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Lumpur Dalam Kerikil)	47
TABEL IV - 10 Hasil Pengujian Berat Volume Padat (HPBVP) / Gembur Agregat Kasar	48
TABEL IV - 11 Hasil <i>Mix Design</i>	48
TABEL IV - 12 Nilai Beban Tekan Optimum dan Tegangan Tekan Silinder.....	49
TABEL IV - 13 Perbandingan Tebal Rencana dan Hasil Pelaksanaan Pembentukan Komposit Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>)	49
TABEL IV - 14 Nilai Beban Lentur Optimum Variasi Ketebalan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Dengan Matrix <i>Epoxy</i> Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang.	50
TABEL IV - 15 Tegangan Lentur Variasi Ketebalan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Dengan Matrix <i>Epoxy</i> Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang.....	50
TABEL IV - 16 Nilai Lendutan	51
TABEL IV - 17 Data Terjadinya Retak Pada Balok A.....	51
TABEL IV - 18 Data Terjadinya Retak Pada Balok B	51
TABEL IV - 19 Data Terjadinya Retak Pada Balok C	52
TABEL IV - 20 Data Terjadinya Retak Pada Balok D.....	52
TABEL IV - 21 Perhitungan Standar Deviasi dan Persentase Pengaruh Variasi Ketebalan 5 mm (B) Perkuatan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Dengan Matrix <i>Epoxy</i> Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang	55
TABEL IV - 22 Perhitungan Standar Deviasi dan Persentase Pengaruh Variasi Ketebalan 10 mm (C) Perkuatan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Dengan Matrix <i>Epoxy</i> Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang	55
TABEL IV - 22 Perhitungan Standar Deviasi dan Persentase Pengaruh Variasi Ketebalan 15 mm (D) Perkuatan Komposit Serat Rumput Payung (<i>Cyperus Alternifolius</i>) Dengan Matrix <i>Epoxy</i> Sebagai Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang	56

TABEL IV - 22 Data Terjadinya Retak Pada Balok A.....	67
TABEL IV - 23 Data Terjadinya Retak Pada Balok B.....	68
TABEL IV - 24 Data Terjadinya Retak Pada Balok C.....	69
TABEL IV - 25 Data Terjadinya Retak Pada Balok D.....	70

