

**PENGARUH SERAT *HYBRID COMPOSITE* BERMATRIKS
POLYESTER METODE *VACUUM INFUSION* TERHADAP
NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN *BENDING* UNTUK
DIAPLIKASIKAN PADA *BODY* MOBIL URBAN WASAKA
TEAM**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



Oleh:

**MUHAMMAD DIMAS PRAYOGA
2010816210032**

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARBARU

2024

**PENGARUH SERAT *HYBRID* KOMPOSIT BERMATRIKS
POLYESTER METODE *VACUUM INFUSION* TERHADAP
NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN *BENDING* UNTUK
DIAPLIKASIKAN PADA *BODY* MOBIL URBAN WASAKA
TEAM**

SKRIPSI



Oleh:

MUHAMMAD DIMAS PRAYOGA

2010816210032

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARBARU

2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**PENGARUH SERAT HYBRID COMPOSITE BERMATRIKS POLYESTER METODE
VACUUM INFUSION TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN BENDING
UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA BODY MOBIL URBAN WASAKA TEAM**

Oleh
Muhammad Dimas Prayoga (2010816210032)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 10 Januari 2024 dan dinyatakan

L U L U S

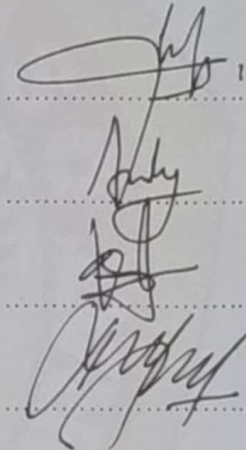
Komite Penguji :

Ketua : Akhmad Syarief, S.T., M.T.
NIP 197105231999031004

Anggota 1 : Andy Nugraha, S.T., M.T.
NIP 198906282022031008

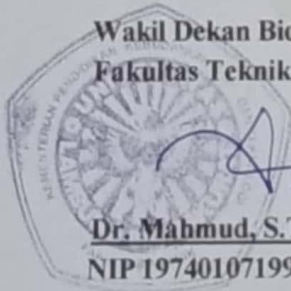
Anggota 2 : Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.
NIP 199412142022031013

**Pembimbing
Utama** : Ma'ruf, S.T., M.T.
NIP 197601282008121002



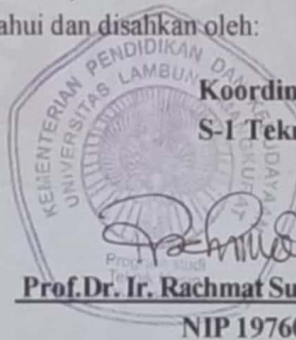
Banjarbaru, Januari 2024
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,**



Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE
NIP 197608052008121001

IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

**PENGARUH SERAT *HYBRID COMPOSITE* BERMATRIKS *POLYESTER*
METODE *VACUUM INFUSION* TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN
KEKUATAN *BENDING* UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA *BODY MOBIL*
URBAN WASAKA TEAM**

Nama Mahasiswa/I : Muhammad Dimas Prayoga

NIM : 2010816210032

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing I : Ma'ruf, M.T.,

Pembimbing II (Jika ada) : -

KOMITE PENGUJI

Dosen Penguji I : Akhmad Syarief, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : Andy Nugraha, S.T., M.T.

Dosen Penguji III : Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.,

Waktu dan TeMPat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : 14 November 2023

Seminar Hasil : 28 Desember 2023

Ujian Akhir :

TeMPat : Ruang Sidang PSTM FT ULM

SK Penguji :

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhammad Dimas Prayoga
Nim : 2010816210032
Judul Skripsi : PENGARUH SERAT *HYBRID COMPOSITE*
BERMatriks *POLYESTER* METODE *VACUUM*
INFUSION TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN
KEKUATAN *BENDING* UNTUK DIAPLIKASIKAN
PADA *BODY* MOBIL URBAN WASAKA TEAM

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD

Banjarbaru, 2024
Dosen Pembimbing

MA'RUF, MT.

NIP. 197601282008121002

ORISINALITAS

PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dari naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dari daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan pertauran perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, 2024
Mahasiswa,

Muhammad Dimas Prayoga
NIM. 2010816210032

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Dimas Prayoga lahir di Martapura Desa Cindai alus, 20 Agustus 2002, anak kedua dari ayah Jami'an dan ibu Rusminah. Menyelesaikan pendidikan formal di SDN Loktabat 7 Banjarbaru (2008-2014), SMPN 9 Banjarbaru (2014-2017), SMK Darussalam Martapura (2017-2020), melanjutkan Studi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun angkatan 2020.

Banjarbaru, 2024

Mahasiswa,

Muhammad Dimas Prayoga
NIM. 2010816210032

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan Syukur kepada Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga sampai saat ini saya dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini yang berjudul “PENGARUH SERAT *HYBRID COMPOSITE* BERMATRIKS *POLYESTER* METODE *VACUUM INFUSION* TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN *BENDING* UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA *BODY* MOBIL URBAN WASAKA TEAM”. Shalawat serta salam tidak lupa juga dihaturkan kepada junjungan tercinta Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang hingga akhir zaman.

Penyelesaian penyusunan Skripsi ini tentunya tidak dapat berjalan dengan lancar tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala rasa syukur kepada Allah SWT dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya terkhusus pada :

1. Ayah dan Ibu, Jami'an dan Rusminah yang telah memberikan segala dukungannya baik berupa do'a, dana maupun rangkaian kata penyemangat, sehingga saya dapat mengerjakan Skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad Alim Bachri, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Irphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., ACPE. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin

5. Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., selaku koordinator Skripsi.
6. Bapak Ma'ruf, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
7. Bapak Akhmad Syarief, S.T., M.T. Selaku Dosen Polimer dan Komposit.
8. Bapak Andy Nugraha, S.T., M.T. Bapak Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Skripsi
9. Bapak Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing *WASAKA TEAM CAR*.
10. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
11. Seluruh rekan-rekan *WASAKA TEAM CAR* yang telah mendukung hingga terselesainya riset ini.
12. Seluruh kawan-kawan *MACROS'20* yang telah mendukung hingga terselesaikannya Skripsi ini.
13. Semua pihak yang terkait dalam membantu menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini juga saya ingin menyampaikan permintaan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, saya terbuka dalam menerima berbagai kritik dan saran yang membangun dari segala pihak agar dapat melengkapi dan lebih menyempurnakan.

Banjarbaru, 2024

Mahasiswa,

Muhammad Dimas Prayoga
NIM. 2010816210032

RINGKASAN

Muhammad Dimas Prayoga Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Januari 2024. Pengaruh Serat *Hybrid Composite* matriks Polyester Metode *Vacuum Infusion* Terhadap nilai Kekerasan Dan kekuatan *Bending* Untuk Diaplikasikan Pada Body Mobil Urban Wasaka Team. Pembimbing: Ma'ruf, M.T., Ketu : Akhmad Syarief, S.T., M.T., Anggota : Andy Nugraha, S.T., M.T. dan Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.,

WASAKA TEAM CAR saat ini tengah melakukan proses upgrading pada mobil urban tim mereka, khususnya pada bagian body. Mereka telah memilih *carbon fiber* sebagai bahan utama untuk pembuatan body karena keunggulannya dalam bobot material yang ringan dan kekuatan yang baik, meskipun diikuti dengan harga yang cukup mahal.

Penulis tertarik pada penelitian *Hybrid Composite carbon fiber* dan *fiber glass* dengan matriks polyester. Tujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai kekerasan dan kekuatan *bending*. Uji *bending* mengacu pada standar ASTM D790, dan proses pembuatan komposit dilakukan menggunakan metode *Vacuum Infusion* dengan tekanan -9 bar. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan tertinggi pada komposisi *Carbon fiber + Fiberglass Mat Abstrak + Fiberglass Tissue + Fiber glass Woven Roving*, sedangkan nilai terendah terdapat pada komposisi *Carbon fiber* tanpa *Hybrid*. Tegangan *bending* tertinggi pada komposisi *Carbon fiber + Fiberglass Mat Abstrak*, dan terendah pada komposisi *Carbon fiber + Fiberglass Mat + Fiberglass Tissue + Fiberglass Woven Roving*. Sementara itu, nilai regangan tertinggi terdapat pada komposisi *carbon fiber + fiberglass tissue*. dan nilai regangan *bending* terendah pada komposisi *Carbon Fiber* tanpa di *hybrid*. Dapat disimpulkan bahwa komposit yang mengalami proses *hybrid* memiliki nilai kekerasan dan kekuatan *bending* lebih tinggi, meskipun beberapa jenis komposisi mengalami penurunan dibandingkan dengan yang tidak mengalami proses tersebut.

Kata Kunci : ASTM, Nilai Kekerasan, Kekuatan *Bending*, *Hybrid Composite Vacuum Infusion*.

SUMMARY

Muhammad Dimas Prayoga, majoring in Mechanical Engineering at the Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, January 2024. The influence of Hybrid Composite fibers with Polyester matrix using Vacuum Infusion Method on Hardness and Bending Strength for Application in the Urban Car Body of Wasaka Team. Supervisor: Ma'ruf, M.T., Chair: Akhmad Syarief, S.T., M.T., Members: Andy Nugraha, S.T., M.T., and Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.

The WASAKA TEAM CAR is currently in the process of upgrading their urban car, particularly focusing on the body. They have opted for carbon fiber as the primary material for the body due to its advantages in being lightweight and having excellent strength, albeit at a relatively high cost.

The author is intrigued by the research on Hybrid Composite of carbon fiber and fiberglass with a polyester matrix. The objective is to understand the influence on hardness and bending strength. Bending tests follow the ASTM D790 standard, and the composite manufacturing process utilizes the Vacuum Infusion method with a pressure of -9 bar. The research results indicate that the highest hardness values are obtained in the composition of Carbon fiber + Fiberglass Mat Abstract + Fiber glass Tissue + Fiber glass Woven Roving, while the lowest values are found in the composition of Carbon fiber without Hybrid. The highest bending stress is in the composition of Carbon fiber + Fiberglass Mat Abstract, and the lowest is in the composition of Carbon fiber + Fiberglass Mat + Fiberglass Tissue + Fiber glass Woven Roving. Meanwhile, the highest strain values are observed in the composition of carbon fiber + fiberglass tissue, and the lowest bending strain values are in the composition of Carbon fiber without hybridization. It can be concluded that composites undergoing the hybrid process exhibit higher hardness and bending strength, although some compositions experience a decrease compared to those without undergoing the process.

Keywords: ASTM, Hardness Value, Bending Strength, Hybrid Composite, Vacuum Infusion.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur selalu diucapkan kepada Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Skripsi yang berjudul “PENGARUH SERAT *HYBRID COMPOSITE* BERMATRIKS *POLYESTER* METODE *VACUUM INFUSION* TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN *BENDING* UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA *BODY* MOBIL URBAN WASAKA TEAM”.dapat dikerjakan dan disusun dengan baik hingga selesai.

Tentunya banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan Skripsi ini, akan tetapi dengan adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka Skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Dalam kesempatan kali ini disampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua beserta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan yang sangat berarti.
2. Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., ACPE. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Ma'ruf, M.T., selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Kawan-kawan Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari atas berbagai kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya penelitian lanjutan. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat berguna sebagai mana mestinya.

Banjarbaru, 2024
Mahasiswa,

Muhammad Dimas Prayoga
NIM. 2010816210032

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDU	
LEMBAR PENGESAHAN	II
IDENTITAS.....	IV
LEMBAR KONSULTASI.....	V
LEMBAR ORISINALITAS	VI
RIWAYAT HIDUP	VII
UCAPAN TERIMA KASIH	VIII
RINGKASAN	IX
SUMMARY	X
KATA PENGANTAR.....	XI
DAFTAR ISI.....	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XVI
DAFTAR TABEL	XVIII
DAFTAR SIMBOL	XIX
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Komposit.....	17
2.2.1. Komposit Berdasarkan Penguatnya	19
2.2.2. Klasifikasi Material Komposit	20
2.1. Komposit Serat.....	24

2.3.1 <i>Continuous Fiber Composite</i>	25
2.3.2 <i>Woven Fiber Composite (Bi-directional)</i>	25
2.3.3 <i>Chopped/Discontinuous Composite</i>	25
2.3.4 <i>Hybrid Composite</i>	25
2.2. <i>Fiber Reinforced Composite</i>	25
2.3. <i>Natural Fiber (Serat Alam)</i>	26
2.4. <i>Fiberglass</i>	26
2.5. <i>Carbon fiber</i>	27
2.6. <i>Matriks</i>	28
2.7. <i>Unsaturated Polyester Resin</i>	28
2.8. <i>Katalis</i>	30
2.9. <i>Metode Pembuatan Polymer Matriks Komposit</i>	30
2.11.1. <i>Proses Cetakan Terbuka (open-Mold Process)</i>	30
2.11.2 <i>Proses Cetakan Tertutup (Closed Mould)</i>	34
2.10. <i>Sifat – Sifat Penting Material</i>	35
2.11. <i>Pengujian Kekerasan</i>	37
2.13.1 <i>Pengujian kekerasan Rockwell</i>	38
2.14. <i>Pengujian Bending</i>	39
2.15 <i>Anova</i>	42
2.16 <i>Post Hoc Test (Tukey Kramer)</i>	43
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 <i>Waktu dan Tempat Penelitian</i>	45
3.2 <i>Alat dan Bahan Penelitian</i>	45
3.2.1 <i>Alat</i>	45
3.2.2 <i>Bahan</i>	46
3.3 <i>Variabel Penelitian</i>	46
3.4 <i>Prosedur Penelitian</i>	46
3.4.1. <i>Prosedur Pembuatan Cetakan</i>	47
3.4.2. <i>Prosedur Pembuatan Spesimen</i>	47
3.4.3. <i>Proses Pencetakan Spesimen</i>	47
3.4.4. <i>Pengujian Bending</i>	49
3.4.5. <i>Standar pengujian Bending</i>	50

3.4.6. Pengujian kekerasan.....	50
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Pengujian kekerasan.....	52
4.1.1 Data hasil pengujian kekerasan <i>hybrid composite</i>	52
4.2 Hasil Pengujian <i>Bending</i>	58
4.2.1 Data hasil pengujian <i>Bending hybrid composite</i>	58
4.3 Hasil Pengujian Berat	65
4.3.1 Data hasil Pengujian Berat Spesimen <i>Hybrid Composite</i> <i>carbon fiber dan fiber glass</i>	65
4.4 Pengolahan Data Dengan Menggunakan Anova.....	67
4.4.1 Pengaruh Serat <i>Hybrid</i> Terhadap Nilai Kekerasan	68
4.4.2 Pengaruh Serat <i>Hybrid</i> Terhadap Tegangan <i>Bending</i>	71
4.4.3 Pengaruh Serat <i>Hybrid</i> Terhadap Regangan Lentur	73
4.4.4 Pengaruh Serat <i>Hybrid</i> Terhadap Massa Material	76
4.5 pembahasan	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi material komposit	18
Gambar 2.2	Ilustrasi Komposit Berdasarkan Penguatnya.....	19
Gambar 2.3	Klasifikasi Komposit berdasarkan matriks.....	20
Gambar 2.4	Susunan Serat	24
Gambar 2.3	Sumber serat tumbuhan: (A) sisal; (B) kapas; (C) goni D) bambu; (E) kayu; (F) serabut; dan (G) pisang.....	26
Gambar 2.6	(A) <i>Fiberglass Abstrak</i> ; (B) <i>Fiberglass roving</i> (C) <i>Fiberglass Tissue</i>	26
Gambar 2.7	<i>Carbon fiber</i>	27
Gambar 2.8	Jenis cetakan terbuka: (a) <i>positif</i> dan (b) <i>negative</i>	31
Gambar 2.9	Prosedur <i>Fabrikasi</i> Komposit Hand lay up	31
Gambar 2.10	<i>Metode spray Up</i>	32
Gambar 2.11	Prosedur <i>Bag Moulding</i> (a) <i>Vacuum Bag Moulding</i> (b) <i>Pressure Bag Molding</i>	33
Gambar 2.12	<i>Metode Vacuum Infusion</i>	34
Gambar 2.13	<i>Compression Molding</i>	35
Gambar 2.14	<i>Injection Molding</i>	35
Gambar 2.15.	Dimensi spesimen uji lentur ASTM D 790	40
Gambar 2.16	PenaMPang lentur (balok) ASTM D 790.....	40
Gambar 2.17	<i>Three Point Bending</i>	40
Gambar 2.18	<i>Four Point Bending</i>	42
Gambar 3.1	Dimensi spesimen uji lentur ASTM D 790.....	47
Gambar 3.2	Alat Uji <i>Bending</i> Universal <i>Testing machine tarno grocki</i>	50
Gambar 3.3	Alat Uji kekerasan MITCH MH600 <i>Hardness Tester</i>	50
Gambar 4.1	Pengujian Kekerasan dengan alat MITECH MH 600 <i>Hardness Tester</i>	52
Gambar 4.2	Grafik perbandingan composite serat <i>hybrid carbon fiber</i> dan fiberglass menggunakan metode <i>Vacuum Infusion</i> terhadap nilai kekerasan	56
Gambar 4.3	Pengujian <i>Bending</i> Material <i>Hybrid</i> Composit menggunakan alat Universal <i>Testing machine tarno grocki</i>	59

Gambar 4.4	Grafik perbandingan composite serat <i>hybrid carbon fiber</i> dan fiberglass menggunakan metode <i>Vacuum Infusion</i> terhadap Momen Lentur	61
Gambar 4.5	Grafik perbandingan composite serat <i>hybrid carbon fiber</i> dan fiberglass menggunakan metode <i>Vacuum Infusion</i> Tegangan <i>bending</i>	61
Gambar 4.6	Grafik perbandingan composite serat <i>hybrid hybrid carbon fiber</i> dan fiberglass menggunakan metode <i>Vacuum Infusion</i> terhadap Regangan <i>bending</i>	62
Gambar 4.7	Grafik perbandingan composite serat <i>hybrid carbon fiber</i> dan fiberglass menggunakan metode <i>Vacuum Infusion</i> terhadap Modulus Elastisitas.....	63
Gambar 4.8	Penimbangan Material <i>Hybrid Composite</i>	65
Gambar 4.9	Grafik perbandingan berat composite serat <i>hybrid carbon fiber</i> dan fiber glass menggunakan metode <i>Vacuum Infusion</i>	66
Gambar 4.10	<i>Interval Plot</i> komposisi serat <i>hybrid</i> Terhadap kekerasan	69
Gambar 4.11	<i>Interval Plot</i> komposisi serat <i>hybrid</i> Terhadap tegangan <i>bending</i>	72
Gambar 4.12	<i>Interval Plot</i> komposisi serat <i>hybrid</i> Terhadap regangan <i>bending</i>	74
Gambar 4.13	<i>Interval Plot</i> komposisi serat <i>hybrid</i> Terhadap massa komposit	77
Gambar 4.14	Uji <i>Tukey</i> Massa Material Komposit.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Sifat fisik Karbon fiber.....	28
Tabel 2.2	Spesifikasi Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 (PT Justus Kimiaraya)	29
Tabel 2. 3	Proses fabrikasi untuk komposit matriks polimer.....	30
Tabel 2.4	Skala Satuan Pengujian <i>Rockwell</i>	38
Tabel 2.5	Tukey Krammer α 5%.....	43
Tabel 4.1	hasil pengujian kekerasan serat <i>hybrid</i> komposit	53
Tabel 4.2	hasil uji kekuatan <i>bending</i>	58
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Pengujian <i>Bending</i>	60
Tabel 4.4	Data hasil pengujian berat matrial <i>Hybrid</i> composit.....	66
Tabel 4.5	<i>Factor Information</i> pada kekerasan	68
Tabel 4.6	<i>Analisis Varian</i> pada kekerasan	68
Tabel 4.7	Mean Komposisi pada kekerasan.....	69
Tabel 4.8	<i>Response and Solution</i>	70
Tabel 4.9	<i>Factor Information</i> Tegangan <i>Bending</i>	71
Table 4.10	<i>Analysis of Variance</i> Tegangan <i>Bending</i>	71
Tabel 4.11	<i>Means</i> Komposisi pada Tegangan <i>Bending</i>	71
Tabel 4.12	<i>Response dan Solution</i>	73
Tabel 4.13	<i>Factor Information</i> Regangan <i>Bending</i>	73
Tabel 4.14	<i>Analysis of Variancen</i> Regangan <i>Bending</i>	73
Tabel 4.15	<i>Means</i> Komposisi pada Regangan <i>Bending</i>	74
Tabel 4.16	<i>Response and Solution</i>	75
Tabel 4.17	<i>Factor Information</i> Massa Matrial.....	76
Tabel 4.18	<i>Analysis of Variance</i> Massa Material	76
Tabel 4.19	<i>Means</i> Komposisi Pada massa Material.....	76
Tabel 4.20	<i>Tukey Krammer</i>	78
Tabel 4.21	<i>Response and Solution</i>	79

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
σ_b	Tegangan <i>Bending</i>	MPa
P	Gaya Pembebanan	N
L	Jarak Antar Tumpuan	mm
B	Lebar Spesimen	mm
d	Tebal Spesimen	mm
D	Defleksi Maksimum	mm
ϵ_b	Regangan <i>Bending</i>	mm
E	Modulus Elastisitas	N/m ²
M	Momen <i>Bending</i>	N.mm
V	Volume	ml
m	Massa	g
K	konstanta	-
DF	<i>degree of freedom</i>	-
CR	<i>critical range</i>	-
q_a	nilai tabel <i>tukey</i>	-
MSE	<i>mean square error</i>	-
n_i, n_j	jumlah ukuran sampel	-

