

**RANCANG BANGUN RANGKA DAN *SUPPORT* PADA MESIN
UJI *BENDING* UNTUK MATERIAL KOMPOSIT**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan Oleh
Fendi Tri Hartono
190103005

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
2022**

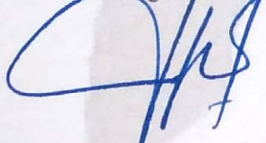
TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN RANGKA DAN *SUPPORT* PADA MESIN
UJI *BENDING* UNTUK MATERIAL KOMPOSIT
FRAME DESIGN AND SUPPORT ON BENDING TESTING MACHINES
FOR COMPOSITE MATERIALS

Dipersiapkan dan disusun oleh
Fendi Tri Hartono
190103005

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 5 September 2022

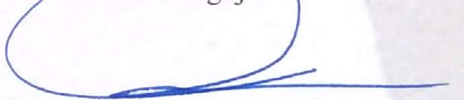
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Ipung Kurniawan, S.T., M.T
NIDN: 0607067805

Dewan Penguji I



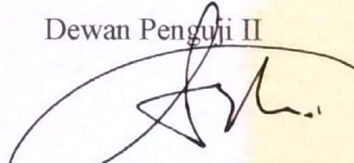
Pujono, S.T., M.Eng
NIDN: 0521087801

Pembimbing Pendamping



Roy A. P. Tarigan, S.T., M.T
NIDN: 0028108902

Dewan Penguji II

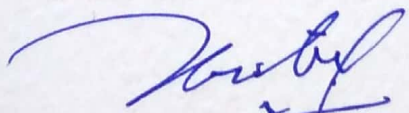


Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T
NIDN: 0005039107

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng
NIDN: 0602037702

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dibagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 29 Agustus 2022

Penulis



Fendi Tri Hartono

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap yang bertanda tangan di bawah ini,
saya :

Nama : Fendi Tri Hartono

No. Mahasiswa : 190103005

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“RANCANG BANGUN RANGKA DAN *SUPPORT* PADA MESIN UJI
BENDING UNTUK MATERIAL KOMPOSIT”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 29 Agustus 2022
Yang menyatakan



(Fendi Tri Hartono)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga telah mencapai pada titik ini, yang akhirnya tugas akhir ini bisa selesai diwaktu yang tepat.

Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak dan Ibu, serta segenap saudara yang telah mendoakan, memberi dukungan, motivasi, dan fasilitas kepada penulis sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bimbingan serta masukan dari Bapak Ipung Kurniawan, S.T., M.T. dan Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku pembimbing.
4. Teman-teman kelas TM3A yang senantiasa menjunjung tinggi slogan "*Solidarity M Forever*" dan kelas teknik mesin lainnya.
5. Seluruh teman-teman angkatan 2019 baik jurusan mesin, informatika, elektronika, listrik ataupun pengendalian pencemaran lingkungan, yang selalu menghibur dan memberikan berbagai inspirasi dan ide-ide positif dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan limpahan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

ABSTRAKS

Mesin uji *bending* untuk material komposit adalah mesin yang dirancang sebagai media pembelajaran praktikum pengujian material khususnya material komposit (non logam). Tujuan yang dicapai adalah mendesain rangka dan *support* pada mesin uji *bending*, menghitung kekuatan rangka pada mesin uji *bending*, melakukan proses produksi rangka dan *support*, melakukan pengujian material komposit berdasarkan perbandingan komposisi serbuk tebu dan resin. Dari metode yang dilakukan didapatkan hasil desain wujud dari bagian rangka dan *support* pada mesin uji *bending* untuk material komposit.

Perancangan mesin menggunakan pendekatan metode perancangan VDI 2222. Dari metode yang dilakukan didapatkan hasil desain wujud dari bagian rangka dan *support* pada mesin uji *bending* untuk material komposit menggunakan *Solidworks* 2017 dan proses produksi bagian - bagian rangka dan *support* pada mesin uji *bending* untuk material komposit.

Hasil rancangan rangka dan *support* pada mesin uji *bending* untuk material komposit dengan dimensi rangka tinggi 1.400 mm dan lebar 500 mm terdiri dari dua komponen antara lain komponen rangka dan *support*. Perhitungan rangka mesin uji *bending* menghasilkan tegangan lentur yang terjadi pada profil 1 dan 2 sebesar 15,61 N/mm² dan 5,07 N/mm². Tegangan yang diijinkan 71,42 N/mm², maka dapat disimpulkan rangka aman untuk menopang beban. Estimasi waktu proses produksi rangka dan *support* pada mesin uji *bending* untuk material komposit membutuhkan waktu 26,06 jam atau 4 hari. Hasil dari pengujian material komposit serbuk tebu dan resin menghasilkan kekuatan *bending* yang berbeda. Penambahan fraksi berat serbuk tebu sebesar 50% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan *bending* pada komposit matriks *epoxy*. Kekuatan *bending* yang tertinggi diperoleh pada fraksi berat resin + *hardener* 100% sebesar 67,71 Mpa. Sedangkan penambahan fraksi berat serbuk tebu 50% sebesar 33,74 Mpa.

Kata kunci : komposit, rangka, *support*, *bending*, dan VDI 2222.

ABSTRACT

The bending test machine for composite materials is a machine designed as a learning medium for material testing practicum, especially composite (non-metal) materials. The objectives achieved are to design the frame and support on the bending test machine, calculate the strength of the frame on the bending test machine, carry out the frame and support production process, test composite materials based on the ratio of sugarcane powder and resin composition. From the method carried out, the results of the design of the shape of the frame and support on the bending test machine for composite materials are obtained.

The design of the machine uses the VDI 2222 design method approach. From the method carried out, the results of the design of the shape of the frame and support on the bending test machine for composite materials using Solidworks 2017 and the production process of the frame and support parts on the bending test machine for composite materials are obtained.

The results of the design of the frame and support on a bending test machine for composite materials with frame dimensions of 1.400 mm high and 500 mm wide consist of two components, including frame and support components. The calculation of the bending test machine frame produces the bending stresses that occur in profiles 1 and 2 of 15,61 N/mm² and 5,07 N/mm². The allowable stress is 71,42 N/mm², it can be concluded that the frame is safe to support the load. The estimated time of the frame and support production process on the bending test machine for composite materials takes 26,06 hours or 4 days. The results of testing the composite material of sugarcane powder and resin produce different bending strengths. The addition of the weight fraction of sugarcane powder by 50% did not have a significant effect on the bending strength of the epoxy matrix composite. The highest bending strength was obtained at the resin + 100% hardener weight fraction of 67,71 Mpa. Meanwhile, the addition of 50% sugarcane powder weight fraction was 33,74 Mpa.

Keywords : composite, frame, support, bending, and VDI 2222.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

"RANCANG BANGUN RANGKA DAN *SUPPORT* PADA MESIN UJI *BENDING* UNTUK MATERIAL KOMPOSIT"

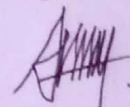
Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, karena tanpa dukungan yang diberikan, maka tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. selaku direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap.
3. Bapak Ipung Kumiawan, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen, teknisi, karyawan, dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan memberi fasilitas peralatan serta membantu dalam segala hal selama kegiatan penulis di kampus.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai oleh penulis selama mengerjakan Laporan Tugas Akhir. Maka dari itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun, demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik,

Cilacap, 18 Agustus 2022



Fendi Tri Hartono

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAKS	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Perancangan menurut VDI 2222	7
2.2.2 <i>Solidwork</i>	8
2.2.3 Rangka	9
2.2.4 Proses produksi	9
2.2.5 <i>Three point bending</i>	14
2.2.6 <i>Support</i>	14

2.2.7 Material komposit.....	15
BAB III METODA PENYELESAIAN	18
3.1 Alat dan Bahan	18
3.1.1 Alat	18
3.1.2 Bahan	23
3.2 Cara / Metoda Penyelesaian Masalah.....	25
3.2.1 Ide / Tema	27
3.2.2 Studi lapangan	27
3.2.3 Studi literatur	27
3.2.4 Merencana konsep awal bagian rangka dan <i>support</i>	27
3.2.5 Membuat desain hasil rancangan rangka dan <i>support</i>	27
3.2.6 Menghitung kekuatan rangka	28
3.2.7 Proses produksi.....	29
3.2.8 Pengujian fungsi	30
3.2.9 Pengujian hasil.....	30
3.2.10 Perhitungan <i>three point bending</i>	31
3.2.11 Penulisan laporan tugas akhir	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Menentukan Ide Rancangan	32
4.2 Studi Lapangan	32
4.3 Studi Literatur	33
4.4 Merencana Konsep Bagian Rangka dan <i>Support</i>	34
4.4.1 Penentuan konsep fungsi rangka dan <i>support</i>	34
4.4.2 Alternatif konsep fungsi bagian rangka dan <i>support</i>	34
4.5 Desain Hasil Rancangan.....	38
4.5.1 Desain wujud keseluruhan.....	39
4.5.2 Desain bagian rangka	39
4.5.3 Desain bagian <i>support</i>	40
4.6 Menghitung Kekuatan Rangka	41
4.6.1 Pembebanan profil 1	42
4.6.2 Pembebanan profil 2.....	44

4.6.3 Menghitung tegangan lentur	46
4.6.4 Tegangan ijin	49
4.7 Proses Produksi	49
4.7.1 Proses pengerjaan rangka	50
4.7.2 Proses pengerjaan <i>support</i>	54
4.8 Estimasi Waktu Proses Produksi	58
4.8.1 Perhitungan estimasi waktu proses pemotongan	58
4.8.2 Perhitungan estimasi waktu proses gurdi	61
4.8.3 Perhitungan estimasi waktu proses pengelasan	65
4.8.4 Perhitungan estimasi waktu proses <i>assembly</i>	66
4.8.5 Perhitungan estimasi waktu proses <i>finishing</i>	67
4.8.6 Perhitungan total estimasi waktu proses produksi	67
4.9 Uji Fungsi	68
4.10 Prosedur Pembuatan Spesimen Komposit	68
4.11 Prosedur Pengujian <i>Bending</i> Material Komposit	69
4.12 Menghitung <i>Three Point Bending</i>	70
4.13 Uji Hasil	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain konstruksi mesin UTM	5
Gambar 2. 2 Desain mesin 2d	6
Gambar 2. 3 Perancangan menurut VDI 2222	7
Gambar 2. 4 <i>Software Solidwork</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Cutting wheel</i>	11
Gambar 2. 6 Mesin gurdi	11
Gambar 2. 7 Las busur dengan elektroda terbungkus	13
Gambar 2. 8 <i>Three point bending</i>	14
Gambar 2. 9 ASTM D 790 <i>support span</i>	15
Gambar 2. 10 Pembentukan material komposit menggunakan serat dan resin	15
Gambar 2. 11 Metode <i>hand lay - up</i>	17
Gambar 3. 1 Diagram alir metoda penyelesaian	26
Gambar 4. 1 Desain wujud rangka dan <i>support</i>	39
Gambar 4. 2 Desain bagian rangka	40
Gambar 4. 3 Desain bagian <i>support</i>	41
Gambar 4. 4 Bagian dari rangka mesin uji <i>bending</i> material komposit	42
Gambar 4. 5 <i>Load</i> diagram <i>MD solid</i>	42
Gambar 4. 6 <i>Shear</i> diagram <i>MD solid</i>	43
Gambar 4. 7 <i>Momen</i> diagram <i>MD solid</i>	44
Gambar 4. 8 <i>Load</i> diagram <i>MD solid</i>	46
Gambar 4. 9 <i>Shear</i> diagram <i>MD solid</i>	45
Gambar 4. 10 <i>Momen</i> diagram <i>MD solid</i>	46
Gambar 4. 11 Dimensi besi kanal U100	46
Gambar 4. 12 Rangka	50
Gambar 4. 13 <i>Support</i>	54
Gambar 4. 14 Diagram fraksi berat serbuk tebu terhadap kekuatan <i>bending</i>	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan	18
Tabel 3. 2 Bahan dan komponen yang digunakan	23
Tabel 3. 3 <i>Check sheet</i> uji fungsi rangka dan <i>support</i>	30
Tabel 3. 4 Uji hasil material komposit	31
Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>universal testing machine</i>	32
Tabel 4. 2 Hasil studi literatur	33
Tabel 4. 3 Daftar kebutuhan untuk alat yang akan dibuat	34
Tabel 4. 4 Alternatif fungsi bagian rangka dan <i>support</i>	35
Tabel 4. 5 Matrik penilaian kriteria	35
Tabel 4. 6 Alternatif konsep rangka dan <i>support</i>	36
Tabel 4. 7 Pemilihan konsep terbaik rangka dan <i>support</i>	38
Tabel 4. 8 Bagian - bagian rancangan rangka	40
Tabel 4. 9 Bagian - bagian rancangan <i>support</i>	41
Tabel 4. 10 Perhitungan luas penampang	46
Tabel 4. 11 Spesifikasi material besi kanal U100	49
Tabel 4. 12 Proses pengerjaan rangka	50
Tabel 4. 13 Proses pengerjaan <i>support</i>	54
Tabel 4. 14 Waktu proses pemotongan	58
Tabel 4. 15 Data jumlah lubang	61
Tabel 4. 16 Waktu proses gurdi	64
Tabel 4. 17 Estimasi waktu pengelasan	65
Tabel 4. 18 Estimasi waktu proses <i>assembly</i>	66
Tabel 4. 19 Estimasi waktu proses <i>finishing</i>	67
Tabel 4. 20 Perhitungan total estimasi waktu proses produksi	67
Tabel 4. 21 <i>Check sheet</i> uji fungsi rangka dan <i>support</i>	68
Tabel 4. 22 Data spesimen uji <i>bending</i> material komposit	70
Tabel 4. 23 Uji hasil material komposit	73

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP
- LAMPIRAN 2 DIMENSI MESIN UJI *UNIVERSAL TESTING MACHINE*
- LAMPIRAN 3 *DETAIL DRAWING*
- LAMPIRAN 4 PROSES PRODUKSI
- LAMPIRAN 5 VALIDASI MESIN UJI *BENDING MATERIAL KOMPOSIT*
- LAMPIRAN 6 *BILL OF MATERIAL*

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

A	: luas penampang (m^2)
F	: besar gaya tekan (N)
P	: tekanan (N/m^2 atau Pa)
r	: jari-jari (m)
π	: phi (bilangan irasional)
W	: besar gaya berat (N)
m	: massa (kg)
g	: percepatan gaya gravitasi bumi (m/s^2)
T	: torsi (Nm)
P	: daya (Watt)
ω	: kecepatan sudut (rps)
n	: kecepatan putaran motor (rpm)
V_c	: kecepatan potong (m/menit)
d	: diameter benda kerja (mm)
d_o	: diameter benda kerja (mm)
d_m	: diameter awal (mm)
V_f	: kecepatan makan (mm/menit)
f	: gerak makan (mm/putaran)
T_c	: waktu pemotongan (menit)
l_t	: panjang pemesinan (mm)
l_v	: panjang langkah awal pemotongan (mm)
l_w	: panjang pemotongan benda kerja (mm)
l_n	: panjang langkah akhir pemotongan (mm)
V_z	: gerakan makan per mata potong (mm/putaran)
z	: jumlah mata potong (tanpa satuan)