



**PRODUKSI DAN PENGUJIAN ALAT *STABILIZER*
*RECURVE BOW***

SKRIPSI

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin**

Oleh

Zulfikar Amir Rahman

NIM. 5212415011

**TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Zulfikar Amir Rahman

NIM : 5212415012

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : Produksi dan Pengujian Alat *Stabilizer Recurve Bow*

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi/TA Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 8 Januari 2020
Pembimbing



Rusiyanto, S. Pd., M. T.
NIP. 19740321199031002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “ Produksi dan Pengujian Alat *Stabilizer Recurve Bow* ” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 15 bulan Januari tahun 2020.

Oleh

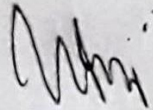
Nama : Zulfikar Amir Rahman
NIM : 5212415011
Program Studi : Teknik Mesin S1

Ketua



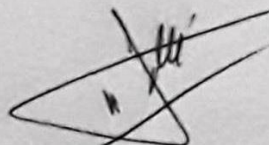
Rusiyanto, S. Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Panitia:
Sekretaris



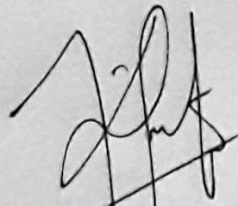
Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph. D.
NIP. 197601012003121002

Penguji 1



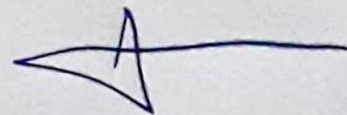
Dr. Heri Yudiono, M.T.
NIP.196707261993031003

Penguji 2



Kriswanto, S. Pd., M. T.
NIP.198609032015041001

Pembimbing



Rusiyanto, S. Pd., M. T.
NIP.197403211999031002

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M. Sc., IPM
NIP.196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 8 Januari 2020
Yang membuat pernyataan,



Zulfikar Amir Rahman
NIM. 5212415011

MOTTO

1. Sumber pengetahuan utama adalah pengalaman (A. Einstein).
2. Pendidikan adalah tiket ke masa depan. Hari esok dimiliki oleh orang-orang yang mempersiapkan dirinya sejak hari ini (Malcolm X).
3. Yang hebat di dunia ini bukanlah tempat di mana kita berada melainkan arah yang kita tuju (Oliver Wendell Holmes).
4. Yang Anda pikirkan menentukan yang Anda lakukan. Dan yang Anda lakukan menentukan yang Anda hasilkan. Maka ukuran dan kualitas dari pikiran Anda, menentukan ukuran dan kualitas hasil dari pekerjaan Anda (Mario Teguh).
5. Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan(Q.S Al-Insyirah: 5-6).

HALAMAN PERSEMBAHAN

1. Kedua orang tua saya Bapak Riyadi dan Ibu Amiroh, yang sudah memberi segala kemampuan untuk anaknya. Do'a, semangat, kasih sayang dan perjuangan yang sudah diberikan untuk anakmu. Karya ini bisa menjadi amal jariyah untuk mereka dan semoga rahmat Allah SWT selalu Bersama mereka.
2. Saudara kandung ku yang selalu saya banggakan M. Nahrul Ulum Asyofa
3. Keluarga besar Bapak Jambari dan Ibu nasibah serta keluarga besar Bapak Karto dan Ibu Kartini
4. Seseorang yang saya cintai terima kasih atas segala dukungan, doa, dan semangat yang telah diberikan
5. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2015
6. Sahabat dan teman dekat terima kasih atas segala dukungan, doa, dan semangat yang telah diberikan

SARI

Zulfikar Amir Rahman, 2019. “Produksi dan Pengujian Alat *Stabilizer Recurve Bow*”. Rusiyanto, S. Pd, M. T. Skripsi: Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang

Panahan merupakan salah satu cabang olahraga yang dimainkan pada olimpiade. Meskipun terdapat beberapa jenis panah, jenis *recurve bow* lah yang digunakan dalam kompetisi olimpiade. Komponen utama dari *recurve bow* ialah *limb*, *riser* dan *stabilizer*. *Stabilizer* dimodelkan sebagai batang elastis yang menyatu pada pegangan busur seperti balok kantilever yang berfungsi untuk meredam getaran dan menyeimbangkan busur. Tujuan penelitian ini adalah untuk memproduksi dan menguji alat *stabilizer recurve bow*. *Stabilizer* yang dijadikan acuan pada proses produksi adalah desain yang pernah dibuat mahasiswa sebelumnya untuk *recurve bow*.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan dimana metode ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian material dan pengujian produk. Pengujian material digunakan untuk mengetahui kelayakan dari material yang digunakan dalam pembuatan alat sesuai dengan standar material tersebut. Pengujian material yang dilakukan yaitu pengujian komposisi material, pengujian bending dan pengujian tarik. Pengujian produk berisi tentang penilaian alat *stabilizer recurve bow* dari para validator (atlet panahan).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa kekuatan bending rata-rata pada spesimen *stainless steel 304* yaitu 341 M.Pa, aluminium 6061 yaitu 137 M.Pa dan komposit yaitu 55 M.Pa, sedangkan kekuatan tarik rata-rata pada spesimen *stainless steel 304* yaitu 526 M.Pa, aluminium 6061 yaitu 211 M.Pa dan komposit yaitu 150 M.Pa, dari hasil tersebut material sudah sesuai dengan standar, sehingga material sudah layak digunakan dalam pembuatan komponen-komponen alat *stabilizer recurve bow*. Pengujian produk menghasilkan alat *stabilizer* yang dapat berfungsi untuk meredam getaran dan menyeimbangkan busur, serta dapat digunakan pada panah berjenis *recurve bow*.

Kata kunci: *Stabilizer, Recurve Bow*, Pengujian Komposisi Material, Pengujian Bending, Pengujian Tarik, Pengujian Produk

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi/TA yang berjudul *Produksi dan Pengujian Alat Stabilizer Recurve Bow*. Skripsi/TA ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin S1 Universitas Negeri Semarang.

Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumulakhirnanti, Amin.

Penyelesaian Skripsi/TA ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M. T, Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, S. Pd., M. T., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Samsudin Anis, S. T, M.T, Ph. D, Koordinator Program Studi Teknik Mesin S1 atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Rusiyanto, S. Pd., M. T., Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan member bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan Skripsi/TA ini.
4. Dr. Heri Yudiono, M. T. dan Kriswanto, S. Pd., M. T., penguji I dan II yang telah member masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas Skripsi/TA ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT. UNNES yang telah member bekal pengetahuan yang berharga.
6. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan motivasi dan do'a untuk menyelesaikan kuliah.

7. Teman – teman Program Studi Teknik Mesin yang member masukan dalam penyelesaian Skripsi/TA ini.
8. Berbagai pihak yang telah member bantuan untuk Skripsi/TA ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Skripsi/TA ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak.

Semarang, 8 Januari 2020
Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
SARI.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II.....	7
KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1 Panahan.....	9

2.2.1.1 Jenis-jenis Panahan	10
2.2.2 Stabilizer	13
2.2.3 Bahan Teknik	15
2.2.3.1 <i>Stainless Steel</i>	15
2.2.3.2 Aluminium	16
2.2.3.3 Komposit	18
2.2.3.4 Karet Alam	22
2.2.4 Pengujian Sifat Mekanik.....	22
2.2.4.1 Pengujian Bending	23
2.2.4.2 Pengujian Tarik	25
2.2.5 Mode Perpatahan Material.....	26
2.2.5.1 Mode Perpatahan Ulet (<i>Ductile</i>).....	26
2.2.5.2 Mode Perpatahan Getas (<i>Brittle</i>).....	27
BAB III	28
METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Desain Penelitian	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.2.1 Waktu Penelitian.....	29
3.2.2 Tempat penelitian	29
3.3 Bahan dan Alat Penelitian	29
3.3.1 Bahan Penelitian	29
3.3.2 Alat Penelitian.....	29
3.4 Alur Penelitian.....	30
3.5 Langkah-langkah Penelitian	31
3.5.1 Potensi Masalah	31
3.5.2 Pengumpulan Data	32

3.5.3 Pembuatan Spesimen Uji	32
3.5.4 Pengujian Spesimen	36
3.5.5 Pembuatan Produk	37
3.5.6 Uji Coba Produk (Validasi Produk).....	38
3.5.7 Produk Valid	39
3.6 Teknik Pengumpulan Data	39
3.7 Analisis Data	40
BAB IV.....	43
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Penelitian.....	43
4.1.1 Pengujian Material.....	43
4.1.2 Pengujian Alat (Uji Coba Alat).....	49
4.2 Pembahasan.....	50
BAB V.....	54
PENUTUP.....	54
5.1 Simpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Long Bow</i>	10
Gambar 2.2 <i>Recurve Bow</i>	12
Gambar 2.3 <i>Compound Bow</i>	13
Gambar 2.4 Desain <i>Stabilizer</i>	14
Gambar 2.5 Orientasi Serat	19
Gambar 2.6 Dimensi Spesimen Uji Bending SS 304 & Al 6061	24
Gambar 2.7 Dimensi Spesimen Uji Bending Komposit	24
Gambar 2.8 Skema Pengujian <i>Three Point Bending</i>	25
Gambar 2.9 Dimensi Spesimen Uji Tarik SS 304 & Al 6061	26
Gambar 2.10 Dimensi Spesimen Uji Tarik Komposit	26
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Spesimen Uji Tarik Material SS 304 & Al 6061.....	33
Gambar 3.3 Spesimen Uji Bending Material SS 304 & Al 6061.....	33
Gambar 3.4 Spesimen Uji Tarik Material Komposit <i>Fiberglass</i>	34
Gambar 3.5 Spesimen Uji Bending Material Komposit <i>Fiberglass</i>	34
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Standar Kekuatan Material dengan Nilai Rata-rata Kekuatan Tarik Spesimen Uji.....	46
Gambar 4.2 Spesimen Hasil Pengujian Tarik Bahan SS 304	47
Gambar 4.3 Spesimen Hasil Pengujian Tarik Bahan Al 6061	47
Gambar 4.4 Spesimen Hasil Pengujian Tarik Bahan Komposit	47
Gambar 4.5 Spesimen Hasil Pengujian Bending Bahan SS 304.....	48
Gambar 4.6 Spesimen Hasil Pengujian Bending Bahan Al 6061	49
Gambar 4.7 Spesimen Hasil Pengujian Bending Bahan Komposit	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Stabilizer Recurve Bow</i>	15
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Pada Material SS 304.....	16
Tabel 2.3 <i>Mechanical Properties of Stainless Steel 304</i>	16
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Pada Material Al 6061	17
Tabel 2.5 <i>Generic Physical Properties of Al 6061</i>	17
Tabel 2.6 <i>Mechanical Properties of Aluminium 6061</i>	17
Tabel 2.7 Data Resin <i>Polyester</i>	20
Tabel 2.9 <i>Mechanical Properties of Composite</i>	20
Tabel 3.1 Instrumen Uji Tarik.....	37
Tabel 3.2 Instrumen Uji Bending.....	38
Tabel 3.3 Aspek-aspek Uji Produk.....	39
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Komposisi Material SS 304.....	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Komposisi Material Al 6061.....	44
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Tarik.....	45
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Bending.....	48
Tabel 4.5 Data Hasil Uji Coba Produk.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Usulan Topik Skripsi.....	59
Lampiran 2 Formulir Usulan Pembimbing Skripsi.....	61
Lampiran 3 Daftar Hadir Seminar Proposal Skripsi/TA.....	62
Lampiran 4 Usulan Pembimbing.....	63
Lampiran 5 Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.....	64
Lampiran 6 Angket Pengujian Produk (Alat <i>Stabilizer</i>).....	65
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Tarik Material SS 304.....	68
Lampiran 8 Data Hasil Pengujian Tarik Material Al 6061.....	71
Lampiran 9 Data Hasil Pengujian Tarik Material Komposit.....	74
Lampiran 10 Data Hasil Pengujian <i>Bending</i> Material SS 304.....	77
Lampiran 11 Data Hasil Pengujian <i>Bending</i> Material Al 6061.....	80
Lampiran 12 Data Hasil Pengujian <i>Bending</i> Material Komposit.....	83
Lampiran 13 Data Hasil Pengujian Komposisi Material Al 6061.....	86
Lampiran 14 Data Hasil Pengujian Komposisi Material SS 304.....	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zaman dahulu alat panah dibuat hanya dengan batang kayu yang dibentuk menyerupai busur (*limb*) dengan pegangan (*riser*) yang berada ditengah dan direkatkan dengan seutas tali pada kedua ujung busur tersebut serta anak panah (*arrow*) yang ditajamkan pada salah satu ujungnya. Prinsip kerjanya pun sederhana, dengan menarik *arrow* sampai *limb* bengkok dan kemudian dilepaskan sehingga gaya dorong dari tali panahan akan menembakkan *arrow* (Maga, 2018 : 1).

Seiring dengan kemajuan dari peralatan memanah, alat panah sudah berevolusi dari batang kayu yang sederhana menjadi alat tembak yang memiliki teknologi tinggi. Menurut Meyer (2015 : 1) berdasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah, telah diklasifikasikan menjadi dua jenis alat panah yakni *recurve bow* yang sering digunakan pada olimpiade dan *compound bow*, yang menggunakan system kabel dan katrol untuk memodifikasi gaya tarik. Perkembangan panah tersebut tidak lepas dari munculnya material plastik dan campuran baru, yang menggantikan bahan tradisional seperti kayu, linen dan kulit binatang.

Saat ini, panahan hampir sebagian besar digunakan untuk olahragak ompetitif. Panahan merupakan olahraga yang dimainkan saat olimpiade. Banyak Negara telah berinisiatif untuk meningkatkan kemampuan peralatan panahan sehingga atlet mereka dapat memanah dengan lebih baik saat turnamen. Meskipun terdapat beberapa jenis panah, jenis *recurve bow* lah yang digunakan dalam

kompetisi olimpiade. Komponen utama dari *recurve bow* ialah *limb*, *riser* dan *stabilizer* (Edelmann, *et al*, 2005 : 34).

Ketika anak panah ditembakkan dari busur panah, berbagai gerakan translasi dan rotasi terjadi di sekitar pegangan busur panah. Gerakan-gerakan ini dapat memengaruhi keakuratan dan jangkauan tembakan panah dari haluan (Stokes, 2015 : 1), maka diperlukan alat untuk menyetabilkan panah yang disebut *stabilizer*.

Stabilizer dimodelkan sebagai batang elastis yang menyatu pada pegangan busur seperti balok kantilever (Zanevskyy, 2008 : 4). Panjang *stabilizer* yang tepat terpasang pada bagian depan busur, mengikuti aturan umum bahwa panjang *stabilizer* berterkaitan langsung dengan tingkat kesetabilan yang diberikan. Pemanah kompetisi sering menggunakan *stabilizer* dengan panjang 25 inci hingga 40 inci, karena panjang yang ekstrem ini menghambat gerakan dan menambah kesulitan yaitu menutup pergerakan selama berburu, *stabilizer* yang digunakan dalam berburu biasanya berukuran antara 4 dan 10 inci (Sung, 2017 : 8-9).

Ada beberapa opsi desain, serta di mana *stabilizer* terpasang. Beberapa *stabilizer* memiliki beberapa batang paralel, biasanya terbuat dari poros panah serat karbon, yang tersambung di berbagai titik sepanjang *stabilizer* (Ledsome, 2018). Menurut Horn (2016 : 1) dimasa lalu, banyak badan *stabilizer* terbuat dari logam, sehingga menambah berat pada busur. Selain itu sebagian besar *stabilizer* logam cenderung kurang ideal dan terlalu berat untuk aplikasi tertentu. Sedang saat ini, sebagian besar *stabilizer* dibuat menggunakan bahan yang lebih ringan

seperti karbon, plastik ABS dan bahan serupa untuk membuat benda *stabilizer* seringan dan sekaku mungkin.

Umumnya, *stabilizer* olahraga panahan modern mencakup hingga lima batang yang dipasang pada pegangan dalam busur (Zaniewski, 2010 : 236), hal dapat menambah berat pada busur (Ledsome, 2018). Namun saat ini, *stabilizer* olahraga panahan modern mencakup tiga batang yang dipasang pada pegangan dalam busur. Hal ini untuk meminimalisasi gaya yang bekerja pada otot pemanah sehingga dapat meminimalisasi keletihan. *Stabilizer* terdiri dari beberapa bagian yang terbuat dari bahan yang berbeda, sehingga dalam memproduksi *stabilizer* terdapat beberapa cara sesuai dengan bahan yang digunakan.

Pengaturan dan proses penyetelan untuk menyesuaikan parameter *stabilizer* dengan parameter antropometrik pemanah dan gaya penembakannya didasarkan pada metode eksperimental "percobaan dan kesalahan". Karena metode ini terlalu membutuhkan banyak waktu dan upaya dari pemanah, sedangkan proses pelatihan modern membutuhkan metode dan teknologi yang lebih efektif. Sehingga membutuhkan pengembangan metode berbasis ilmiah untuk meningkatkan parameter *stabilizer* dengan menciptakan model mekanis dan model matematik dari *stabilizer* panahan (Zaniewski, 2010 : 236-237).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Masih sedikitnya pengetahuan tentang perkembangan teknologi panahan.
2. Panah sekarang tidak hanya untuk berburu melainkan diperlombakan.

3. Panjang *stabilizer* untuk kompetisi berbeda dengan panjang *stabilizer* untuk berburu. Sehingga panjang *stabilizer* harus ditentukan berdasarkan pemakaiannya.
4. Dimasa lalu, banyak *stabilizer* terbuat dari logam sehingga menambah berat pada busur dan cenderung kurang ideal.
5. *Stabilizer* olahraga panahan modern mencakup hingga lima batang yang dipasang pada pegangan dalam busur, hal ini dapat menambah berat pada busur.
6. Komponen-komponen *stabilizer* terbuat dari bahan yang berbeda, sehingga dalam memproduksinya menggunakan cara yang berbeda.
7. Pengaturan dan proses penyetelan *stabilizer* didasarkan pada metode eksperimental “percobaan dan kesalahan”.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Stabilizer* yang dijadikan acuan pada proses produksi adalah desain yang pernah dibuat mahasiswa sebelumnya untuk *recurve bow*.
2. Proses produksi komponen-komponen *stabilizer* disesuaikan dengan bahan yang digunakan yaitu komponen yang terbuat dari *stainless steel 304* dan aluminium 6061dibuat dengan proses pemesinan, komponen yang terbuat dari komposit dibuat dengan metode *hand lay up*.
3. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian produk dan pengujian mekanik. Pengujian mekanik yang dilakukan yaitu pengujian komposisi material, pengujian bending dan pengujian tarik.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah komposisi material yang digunakan dan seberapa besarkah kekuatan bending dan kekuatan tarik untuk menguji kelayakan bahan yang digunakan dalam pembuatan *stabilizer*?
2. Bagaimanakah hasil pengujian produk *stabilizer* dengan cara uji produk pada lingkungan yang sebenarnya?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui komposisi material yang digunakan dan mengetahui hasil kekuatan bending dan kekuatan tarik untuk menguji kelayakan bahan yang digunakan dalam pembuatan *stabilizer*.
2. Mengetahui hasil pengujian produk *stabilizer* dengan cara uji produk pada lingkungan yang sebenarnya.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat bagi peneliti

1. Menambah pengetahuan baru bagi peneliti mengenai proses produksi dan pengujian alat *stabilizer recurve bow*.
2. Sebagai pembelajaran praktik secara langsung tentang pelaksanaan proses produksi dan pengujian alat *stabilizer recurve bow*.

1.6.2 Manfaat bagi Jurusan

1. Sebagai referensi dalam proses pembelajaran mengenai proses produksi dan pengujian alat *stabilizer recurve bow*.

1.6.3 Manfaat bagi Universitas

1. Sebagai pengetahuan dalam kepustakaan bagi para pembaca dan peneliti selanjutnya tentang proses produksi dan pengujian alat *stabilizer recurve bow*.
2. Sebagai referensi dalam bidang *sport engineering* yang dapat di kembangkan atau di teliti lebih lanjut.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian tentang *stabilizer* masih dikembangkan, salah satunya oleh 365 *archery* (2018) yang memodifikasi *stabilizer* dengan desain yang inovatif, desain yang sedang menunggu paten ini dapat disesuaikan dan di stel ke pengaturannya masing-masing oleh pemanah itu sendiri. Desain inovatif ini menggunakan bahan kabel PBR untuk lebih melenturkan *stabilizer* dan juga mengubah arah kelenturan saat anak panah ditembakkan, dengan cara mengencangkan ataupun melonggarkan kabel. Kabel PBR sendiri digunakan untuk mengganti tabung karbon pada *stabilizer* tersebut. *Stabilizer* yang menggunakan bahan kabel juga dapat menyerap getaran, tidak hanya *stabilizer* yang menggunakan tabung karbon yang dapat menyerap getaran.

365 *Archery* (2018) juga menghadirkan teknologi modifikasi *stabilizer XL* yang sedang menunggu paten yang sama, hanya saja diameter yang digunakan sedikit lebih besar, hal ini berguna untuk menyesuaikan diri dengan kekakuan yang sangat ekstrem. Desain inovatif ini menggunakan bahan kabel PBR lebih melenturkan *stabilizer* dan juga mengubah arah kelenturan saat anak panah ditembakkan, dengan cara mengencangkan ataupun melonggarkan kabel. Hal Ini memberikan pilihan untuk beralih dari *stabilizer* super kaku ke *stabilizer* yang lebih lentur. Kabel PBR sendiri digunakan untuk mengganti tabung karbon pada *stabilizer*. *Stabilizer* yang menggunakan bahan kabel juga dapat menyerap

getaran, tidak hanya *stabilizer* yang menggunakan tabung karbon yang dapat menyerap getaran.

Penelitian *stabilizer* juga dilakukan oleh WIN & WIN (2015) *stabilizer* yang diberi nama *HMC 22* adalah *stabilizer* baru WIN & WIN yang terbuat dari bahan karbon moderen yang memiliki kekuatan tarik tinggi, menjadikannya lebih kuat dan lebih kaku dengan permukaan serat karbon yang sangat tahan lama. Sistem keseimbangan *HMC 22* telah ditingkatkan dengan kualitas peredam getaran, dan kontrol torsi. Tidak seperti *stabilizer* lain, ketebalan dinding tabung *HMC 22* bervariasi, hal ini membantu penyerapan tingkat getaran yang tinggi dengan sangat cepat. Tebal dinding bagian depan yaitu 0,0275 "(0,7mm) dan 0,0787" (2mm) di pangkalan. Hal ini dapat mengurangi getaran di ujung batang dan menyerap getaran di sepanjang *stabilizer* daripada mendorongnya kembali ke busur. Para pemanah *recurve* dan *compound* menghargai betapa mulusnya desain inovatif ini untuk melakukan penembakan dengan menggunakan *HMC 22*. *Stabilizer HMC 22* dengan diameter tabung 0,866 "(22mm) juga bagus untuk pemanah *compound* yang mencari *stabilizer* yang lebih kuat.

Bukan hanya *stabilizer HMC 22*, WIN & WIN (2015) juga memproduksi *stabilizer* yang diberi nama *Stabilizer WIAWIS ACS NANO NEW* yang terbuat dari bahan berkekuatan tinggi yang diperkuat dan busa anti-resistensi. *Stabilizer* baru ini meningkatkan kekakuan kestabilan dengan tapering lebih lebar daripada *stabilizer HMC Plus* saat ini. *Stabilizer WIAWIS ACS NANO NEW* dikembangkan dengan meningkatkan fokus dalam merasakan tembakan. WIN & WIN meningkatkan kekakuan menggunakan pengerasan dalam tabung pada bagian

akhir dari *stabilizer*. Hal ini mengurangi getaran yang tidak perlu dengan menghilangkan getaran setelah penembakan dengan efisien dan dengan mengendalikan guncangan dan getaran yang ditransfer dari gerakan *limb*.

Fitur *Stabilizer WIAWIS ACS NANO NEW* menghilangkan baut penghubung V-bar seberat 40 gram dengan mengintegrasikan baut dalam tutup *stabilizer*. Hal ini menawarkan pengurangan berat pada sisi belakang menjadi 25 gram ditambahkan pada ujung yang berlawanan, yaitu pada kepala *stabilizer*. Fitur *stabilizer WIAWIS ACS NANO NEW* tidak hanya menawarkan dalam merasakan penembakan yang lebih baik tetapi juga memberikan kemajuan teknologi pada keseimbangan yang kompetitif saat ini.

Stabilizer WIAWIS ACS NANO NEW 2015 menggunakan busa khusus yang memiliki ketahanan kejut yang luar biasa dan kekakuan sehingga membuat penembakan lebih stabil dan terasa nyaman.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Panahan

Panahan menurut Seidel (1975: 90) dalam Munawar *et al* (2014 : 4) adalah suatu aktivitas yang membutuhkan tenaga yang cukup untuk di transfer dari *riser* ke panah supaya menggerakkan *arrow* ke target yang dituju. Selain itu panahan menurut Tursi & Napolitano, *et al* (2014: 571) adalah olahraga yang memerlukan keterampilan dengan ditandai oleh pengulangan penembakan yang setepat mungkin.

2.2.1.1 Jenis-jenis Panah

Saat ini, terdapat tiga jenis panah yaitu *long bow*, *recurve bow*, dan *compound bow*.

a. *Long Bow*

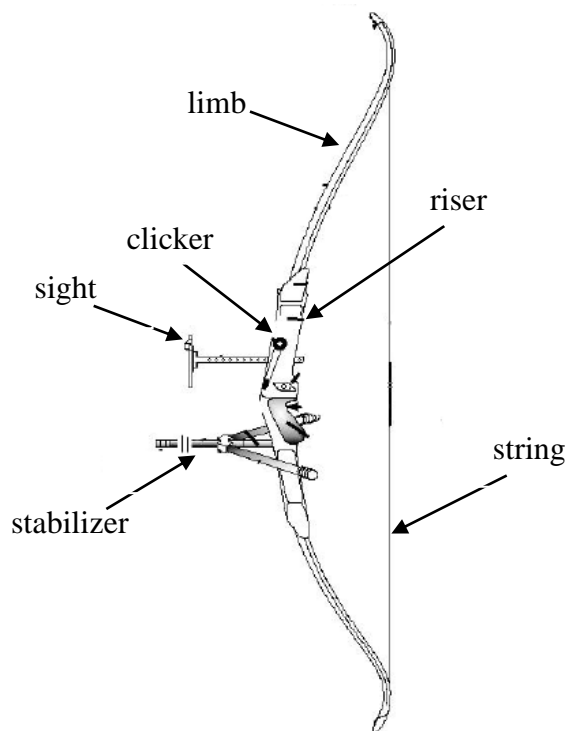
Long bow diciptakan pada akhir abad ke-13. Panah ini memiliki gaya tarik yang berkisar antara 445 Newton sampai 535 Newton. *Long bow* tidak memerlukan terlalu banyak energi seperti panah lain sehingga panah jenis ini lebih kuat. Pada abad pertengahan, gaya tarik dapat mencapai 150 pound. Tetapi sekarang *long bow* biasanya jarang melebihi 50 pound. Panah ini tidak terlalu presisi dan lebih sulit untuk menembak dibanding panah modern. Pada panah ini tidak ada tempat untuk meletakkan anak panah sehingga pemanah harus menyangga anak panah sendiri (Elyarchers dalam Vathivellu, 2013 : 6). Contoh dari *long bow* bisa dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 *Long Bow* (3riversarchery.com)

b. *Recurve Bow*

Bagian samping dari panah ini yang terlihat seperti kurva membuat panah ini disebut *recurve bow*. Panah jenis ini menyimpan lebih banyak energi daripada panah yang berlimb lurus dan maka dari itu memberikan jumlah gaya yang lebih besar pada anak panah. *Limb* berkurva juga memiliki regangan yang lebih besar pada material yang digunakan untuk membuat panah. *Recurve bow* modern yang digunakan oleh pemanah di olimpiade dan kompetisi memakai teknologi dan material modern. *Limb* biasanya dibuat dari lapisan *fiberglass*, karbon atau kayu. *Limb* karbon akan menembakkan anak panah lebih kencang setelah diberi gaya tarik ketika dibandingkan dengan *limb* kayu, tetapi lebih mahal. *Riser* biasanya terpisah dan normalnya dibuat dari aluminium atau paduan magnesium. *Recurve bow* moderen adalah satu-satunya panah yang diperbolehkan saat olimpiade. Pemanah olimpiade sering kali memiliki banyak peralatan tambahan yang menempel pada panah mereka seperti *stabilizer* untuk menyeimbangkan panah dan menyerap sedikit getaran, *sights* untuk meningkatkan akurasi dan *pressure buttons* untuk mencari setelan dari gerakan panah. Sepotong kulit yang disebut *tab* dipakai saat menembak untuk memastikan pelepasan yang halus dan digunakan pada jari untuk melindungi jari. Material berteknologi tinggi dari panah modern memungkinkan produsen untuk membuat panah dengan efisiensi yang lebih baik dan juga memudahkan alat bantu untuk bisa dipasangkan ke panah seperti *stabilizer* (Elyarchers dalam Vathivellu, 2013 : 6-7). Bagian-bagian dari *recurve bow* bisa dilihat pada gambar 2.2.

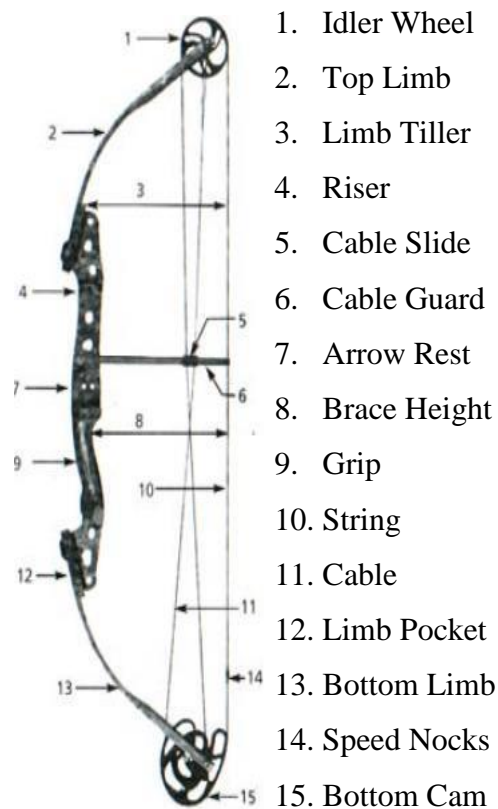


Gambar 2.2 *Recurve Bow* (Balbardie Archers, 1999 : 6)

c. *Compound Bow*

Compound bow merupakan hasil perkembangan panah modern yang menggunakan sistem tuas kabel, *wheel*, *cams* untuk menarik *limb* kebelakang. *Limb* dari *compound bow* biasanya lebih kaku dari *recurve bow* ataupun *long bow*. Kekakuan *limb* ini membuat *compound bow* memiliki lebih banyak efisiensi energi dari panah lain, tetapi *limbnya* terlalu kaku untuk ditarik secara mudah dengan tali terikat secara langsung pada *limb*. *Compound bow* memiliki 9 tali yang terikat pada puli, yang memiliki satu atau lebih kabel yang terikat pada *limb* sebaliknya. Ketika tali ditarik kebelakang, tali menyebabkan puli berputar membuat puli menarik kabel yang selanjutnya membuat *limb* bengkok dan kemudian bisa menyimpan energi. Penggunaan sistem tuas ini bisa membuat *compound bow* meningkatkan gaya ketika melepaskan anak panah tetapi hanya dengan gaya tarik yang sedikit yang kira-kira 60 Newton untuk menghasilkan

gaya sampai 260 Newton. *Compound bow* sedikit sekali dipengaruhi oleh perubahan suhu dan kelembapan tetapi bisa memberi akurasi, kecepatan dan jarak yang unggul dibandingkan dengan panah lain (Elyarchers dalam Vathivellu, 2013 10-11). Bagian-bagian dari *compound bow* bisa dilihat pada gambar 2.3.

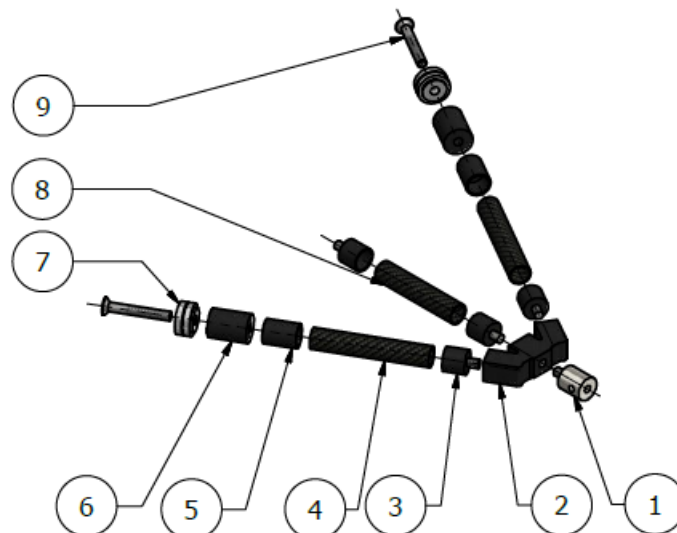


Gambar 2.3 *Compound Bow* (Archery resource, 2010)

2.2.2 Stabilizer

Stabilizer adalah suatu batang yang panjang, dan batang yang pendek serta berat yang dipasang pada riser. *Stabilizer* digunakan untuk membantu pemanah dalam meningkatkan keseimbangan riser selama membidik dan selama gerakan *arrow* dan tali. *Stabilizer* mengumpulkan dan menghilangkan energi kinetik yang ada, mengurangi gerakan balik dan getaran pada riser (Zaniewski, 2010 : 236).

Stabilizer dipasang ke *riser* dan memproyeksikan ke depan. Sama seperti semua komponen *riser* lainnya, *stabilizer* memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi. Umumnya untuk sebagian besar *stabilizer* mempunyai bentuk silinder, berbahan peredam dan ada pemberatnya. Bahan peredam digunakan untuk mengurangi gerakan balik dan getaran yang dihasilkan dari penembakan *arrow*. Bahkan jika anggota badan dalam keadaan tegak, beberapa getaran masih dihasilkan. Getaran ini bergerak dari *limb*, ke *riser*, dan sepanjang *stabilizer*. Bahan karet yang diletakkan pada atau dekat ujung *stabilizer* dapat membantu mengurangi getaran (Sung, 2017 : 8 – 9). Beberapa tabung *stabilizer* dengan berat ujung pada dudukan karet (sering disebut sebagai "*doinker*"), yang sangat efisien dalam menyerap berbagai energi getaran. *Doinker* yang sedikit lebih baik dari pada versi multi-batang dalam hal penyerapan energi, tetapi tidak ada metode sederhana yang tersedia untuk menyesuaikan *stabilizer* untuk busur tertentu selain keseimbangan sederhana (Ledsome, 2018).



Gambar 2.4 (1) *Adapter Bolt*, (2) *V-Bar*, (3) *Quick Disconnect*, (4) *Side Rod*, (5) *Rod Connector*, (6) *Damper*, (7) *Pemberat*, (8) *Center Rod*, (9) *Screw*
(Sumber: Maga, 2018)

Tabel 2.1 Spesifikasi *Stabilizer Recurve Bow* (WIN & WIN, 2015)

Komponen	Material	Panjang	Berat
<i>Long Rod</i>	<i>Carbon</i>	26"	271.5 g
<i>Side Rod</i>	<i>Carbon</i>	10"	172.5 g
<i>Extender (Center Rod)</i>	<i>Carbon</i>	3"	77.5 g
V-Bar	<i>Aluminum</i>		118 g
<i>Damper</i>	<i>Rubber</i>	25 mm	32.5 g
<i>Weight</i>	<i>Stainless Steel</i>		63 g

2.2.3 Bahan Teknik

Menurut Suarsana (2017 : 2) bahan teknik adalah suatu bahan yang mempunyai sifat atau ciri-ciri khusus yang dapat digunakan oleh ahli teknik dalam melakukan tugas dan rekayasa ketenikannya. Pada garis besarnya bahan dibedakan menjadi dua jenis yaitu: bahan logam dan bahan non logam.

2.2.3.1 *Stainless Steel*

Stainless steel dikategorikan dalam golongan baja. Menurut Suarsana (2017 : 32) baja adalah logam paduan antara besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya yang paling banyak digunakan manusia, bentuk dan jenisnya sangat banyak. Salah satunya *stainless steel* tipe 304 merupakan jenis baja yang memiliki ketahanan cukup tinggi terhadap serangan korosidan paling banyak digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relative terjangkau. *Stainless steel* tipe 304 merupakan material dengan mutu sangat baik sebagai peralatan rumah tangga ataupun peralatan industri makanan. Penggunaan lainnya yaitu untuk tanki dan *container* untuk berbagai macam cairan dan padatan, peralatan pertambangan, kimia, makanan, dan industri farmasi (Sumarji,

2011 : 2). Berikut komposisi dan *mechanical properties stainless steel 304* pada tabel 2.2 dan tabel 2.3.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Pada Material *Stainless Steel 304* (Syanur, 2018 : 11)

Bahan Kimia	Kandungan (%)
Karbon	0.08 %
Mangan	2 %
Fosfor	0,045 %
Sulfur	0.030 %
Chromium	18-20 %
Nikel	8-12 %
Nitrogen	0.1 %
Besi	65-72 %

Tabel 2.3 *Mechanical properties of stainless steel 304* (Steels, 2013 : 2)

<i>Product</i>	<i>Tensile Strength</i>	<i>Yield Strength</i>	<i>Elongation</i>	Modulus Elastisitas	Nilai Kekerasan
<i>Stainless Steel 304</i>	515 MPa	205 MPa	40 %	193 GPa	201 HB

2.2.3.2 Aluminium

Aluminium mempunyai sifat yang menonjol yaitu memiliki berat jenis yang rendah dan mampu menghantarkan listrik atau panas yang cukup baik. Aluminium merupakan logam yang tahan terhadap korosi pada media yang berubah-ubah dan mempunyai keuletan yang tinggi (Suarsana, 2017 : 48)

Paduan aluminium memiliki banyak jenis seri salah satunya yaitu aluminium 6061. Aluminium 6061 adalah salah satu paduan yang paling banyak digunakan di seri 6000. Paduan struktural standar ini, salah satu yang paling serbaguna dan dapat dirawat dengan panas, serta digunakan untuk persyaratan kekuatan sedang hingga tinggi dan memiliki karakteristik ketangguhan yang baik. Aplikasi berkisar dari komponen transportasi ke aplikasi mesin dan peralatan untuk rekreasi produk dan konsumen barang tahan lama.

Paduan 6061 memiliki ketahanan korosi yang sangat baik terhadap kondisi atmosfer dan ketahanan korosi yang baik terhadap air laut. Paduan ini juga menawarkan karakteristik finishing yang baik dan merespon dengan baik anodisasi (Alcoa, 2012 : 1).

Tabel 2.4 *Komposisi Kimia Pada Material Aluminium 6160 (Aalco, 2018 : 1)*

Bahan	Kandungan
Magnesium	0.80-1.20
Silicon	0.40-0.080
Iron	0.0-0.70
Copper	0.15-0.40
Chromium	0.04-0.35
Zinc	0.0-0.25
Titanium	0.0-0.15
Manganese	0.0-0.15
Others (Total)	0.0-0.15
Other (Each)	0.0-0.05
Aluminium	Balance

Tabel 2.5 *Generic Physical Properties Of Aluminium 6061 (Aalco, 2018 : 1)*

Bahan	Nilai
Density	2.70 g/cm ³
Melting Point	650 °C
Thermal Expansion	23.4 x 10 ⁻⁶ / K
Modulus of Elasticity	70 Gpa
Thermal Conductivity	166 W/m.K
Electrical Resistivity	0.040 x 10 ⁻⁶ Ω.m

Tabel 2.6 *Mechanical Properties Of Aluminium 6061 (Athul. S, 2018 : 3)*

Mechanical Properties	Nilai
Young's Modulus	68.9 GPa
Tensile Strength	198 MPa
Poisson's Ratio	0.33
Specific Heat Capacity	897 J/(kg.K)

2.2.3.3 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan matrik sebagai bahan pengikat serat. Unsur utama bahan komposit adalah serat, sedangkan matrik sebagai pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi.

Serat digunakan dengan tujuan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti: kekakuan, kekuatan dan sifat-sifat mekanik lainnya. Serat sebagai bahan pengisi digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, sedangkan matrik digunakan untuk melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat harus mempunyai sifat getas, tetapi lebih rigid serta lebih kuat, sedangkan bahan matrik harus mempunyai sifat lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah (Nasution, 2011 : 9).

a. Serat Gelas

Serat gelas (*fiberglass*) adalah salah satu jenis bahan *fiber* komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan dan tidak mudah terbakar. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai bahan pengisi dengan matriks sebagai bahan pengikatnya yaitu berjenis *polymer*. Sifat-sifat *fiberglass* oleh Nurun Nayiroh (n.d) dalam Putra (2013 : 8 – 9), yaitu sebagai berikut:

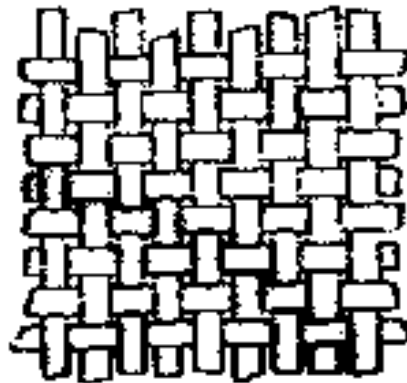
- 1) Densitas cukup rendah (sekitar 2.55 g/cc)
- 2) Kekuatan tariknya cukup tinggi (sekitar 1.8 GPa)

- 3) Biasanya kekuatannya rendah (70 GPa)
- 4) Stabilitas dimensinya baik
- 5) Komposisi umum adalah 50-60 % SiO₂ dan paduan lain yaitu Al, Ca, Mg, Na dan lain-lain.

Menurut Santoso (2002) dalam Putra (2013 : 9) berdasarkan bentuknya, serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

- 1) *Roving*, berupa benang panjang yang digulung mengelilingi silinder
- 2) *Yarn*, berupa benang yang lekat dihubungkan pada filamen
- 3) *Chopped Strand*, adalah *strand* yang dipotong-potong dengan ukuran tertentu kemudian digabung menjadi satu ikatan
- 4) *Reinforcing Mat*, berupa lembaran *chopped strand* dan *countinous strand* yang tersusun secara acak
- 5) *Woven Roving*, berupa benang panjang yang dianyam dan digulung pada silinder
- 6) *Woven Fabric*, berupa serat yang dianyam seperti kain tenun

Bentuk serat gelas yang digunakan pada penelitian ini yaitu *woven roving*, seperti ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Orientasi Serat (*Woven Roving*)
(Nugroho, 2016 : 15)

6) Resin *Polyester*

Resin *polyester* adalah matrik komposit yang termasuk dalam jenis plastik termoseting, yaitu jenis plastik yang memanfaatkan katalis sebagai media untuk menetapkannya menjadi masa yang padat. Resin *polyester* dibuat dengan

mereaksikan dihidrik alkohol dengan asam dikarboksilat. Dari pembuatan tersebut dihasilkan *polyester* jenuh (*saturated*) dan *polyester* tak jenuh (*unsaturated*), tergantung ada tidaknya ikatan rangkap dalam polimer liniernya. *Polyester* jenuh biasanya digunakan dalam pembuatan serat, sedangkan *polyester* tak jenuh biasanya digunakan sebagai resin (Perdana, 2018 : 28).

Resin *Polyester* biasanya ditambahkan dengan katalis, hal ini dimaksudkan untuk mempercepat pengerasan pada resin tersebut (Ningrum, 2017 : 11).

Tabel 2.7 Data Resin *Polyester* (Ningrum, 2017 : 11)

Properti	Nilai
Massa Jenis	1.2 gr/cm ³
Modulus Young	3.2 GPa
Angka Possion	0.33
Kekuatan Tarik	65 MPa

7) Komposit *fiberglass*

Komposit ini merupakan komposit yang dibuat dari bahan pengisi yaitu serat *glass* dan bahan pengikatnya yaitu resin, dimana komposit *fiberglass* memiliki kekuatan yang tinggi, fleksibilitas dan berat yang rendah dari pada logam (Kaw, 2006 : 38).

Tabel 2.8 *Mechanical properties of fiberglass composite* (Rout, 2018 : 314)

<i>Material</i>	<i>Tensile Strength</i>	<i>Shear Strength</i>	<i>Specific Gravity</i>	<i>Young Modulus</i>	<i>Shear Modulus</i>
<i>E-glass Polyester</i>	100 M.Pa	75 MPa	1.5	8 G.Pa	3 G.Pa

8) Fraksi Volume

Fraksi volume menurut Perdana (2018, 25 : 26) berkaitan dengan komposisi komposit yang digunakan yaitu jumlah kandungan serat dan matrik yaitu:

jumlah kandungan serat dalam komposit merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Jumlah serat serta karakteristik dari serat tersebut merupakan salah satu elemen kunci dalam analisis mikromekanik komposit. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis matrik, berat jenis serat dan berat komposit.

Untuk pembuatan komposit dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan fraksi. Fraksi pada pembuatan komposit terdiri dari dua, yaitu fraksi volume serat dan fraksi berat komposit. Apabila dalam pembuatan komposit yang diketahui adalah massa serat (m_f), massa matrik (m_m), massa jenis serat (ρ_f) dan massa jenis matriks (ρ_m), maka komposit dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Putra, 2013 : 17):

$$V_{\text{serat}} = \frac{\text{volume serat}}{\text{volume komposit}} \times 100 \% \quad (2.1)$$

$$V_{\text{serat}} = \frac{m_f / \rho_f}{m_m / \rho_m + m_f / \rho_f} \times 100 \% \quad (2.2)$$

$$V_{\text{matrik}} = \frac{\text{volume serat}}{\text{volume komposit}} \times 100 \% \quad (2.3)$$

$$V_{\text{serat}} = \frac{m_m / \rho_m}{m_f / \rho_f + m_m / \rho_m} \times 100 \% \quad (2.4)$$

Keterangan : m_f adalah massa serat

m_m adalah massa matrik

ρ_f adalah massa jenis serat

ρ_m adalah massa jenis matriks

2.2.3.4 Karet Alam

Menurut Surdia (1999:239) menyatakan proses pembuatan dan sifat-sifat yang ada pada karet alam, yaitu:

karet alam dibuat dari sari getah pohon. Sari tersebut seperti susu yang kemudian dipanaskan sampai kering untuk dibuat karet mentah. Kemudian dimastikasi, diplastiskan agar diproses dengan lebih mudah, dan dicampur pengisi seperti karbon hitam, zat warna, belerang, dibuat campuran, dibentuk dengan tekanan, dan divulkanisasi oleh reaksi penyilang sambil dipanaskan untuk mendapatkan benda cetakan.

Sifat-sifat karet alam yaitu warnanya agak kecoklat-coklatan, tembus cahaya atau setengah tembus cahaya, dengan berat jenis 0,91-0,93. Sifat mekanisnya tergantung pada derajat vulkanisasi, sehingga dapat dihasilkan banyak jenis sampai jenis yang kaku seperti ebonit. Temperatur penggunaan adalah sekitar 99⁰C paling tinggi, melunak pada 130⁰C dan mengurai pada kira-kira 200⁰C. Sifat isolasi listriknya berbeda karena perbandingan campuran dengan aditif, tetapi pada umumnya menguntungkan. Namun demikian, karakteristik listrik pada frekuensi tinggi, jelek. Sifat kimianya jelek terhadap ketahanan minyak dan ketahanan pelarut. Zat tersebut hampir-hampir tak tahan pelarut hidrokarbon, ester asam asetat dan sebagainya. Karet yang kenyal agak mudah didegradasi oleh sinar UV dan ozon. Sejak digunakan selama ini, tak ada masalah dalam kemampuan cetaknya.

2.2.4 Pengujian Sifat Mekanik

Menurut Suarsana (2017:7) pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat dari suatu bahan atau material. Pengujian biasanya menggunakan spesimen dengan bentuk dan ukuran yang sudah sesuai dengan standar. Begitu juga dengan dengan proses pengujian harus dilakukan dengan cara yang sudah sesuai standar (mengikuti suatu standar tertentu), kemudian dari hasil pengujian dapat diambil kesimpulan mengenai sifat mekanik dari bahan yang diuji.

2.2.4.1 Pengujian *Bending*

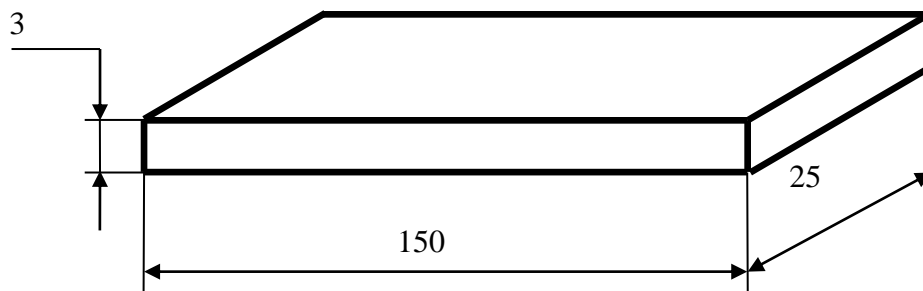
Pengujian *bending* merupakan suatu proses pengujian material dengan cara ditekan dalam menentukan mutu suatu material secara visual (Fahmi, 2018 : 48).

Alat uji *bending* adalah suatu alat yang digunakan dalam pengujian kekuatan *bending* pada suatu material. Alat uji *bending* umumnya terdiri dari beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, *point bending* dan alat ukur. Rangka digunakan sebagai penahan gaya balik yang terjadi saat melakukan uji *bending*. Rangka harus memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan kekuatan alat tekan, hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kerusakan pada rangka saat melakukan pengujian. Alat tekan digunakan sebagai alat yang memberikan gaya tekan pada spesimen yang diuji. Alat tekan harus memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen yang diuji. *Point bending* digunakan sebagai tumpuan spesimen uji dan juga sebagai penerus gaya tekan yang dihasilkan oleh alat tekan. Panjang pendek tumpuan *point bending* dapat mempengaruhi hasil pengujian. Alat ukur digunakan sebagai alat yang dapat menunjukkan besarnya kekuatan tekan yang terjadi pada spesimen uji (Iskandar, 2016 : 7)

Pada pengujian *bending* bagian atas spesimen mengalami tegangan tekan dan bagian bawah mengalami tegangan tarik, sehingga spesimen mengalami patah pada bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik (Naharuddin, 2015 : 552). Pada penelitian ini spesimen uji *bending* dibuat sesuai standart ASTM, untuk spesimen yang terbuat dari *stainless steel*304 dan aluminium 6061 menggunakan ASTM E23-02 seperti pada gambar 2.6 dan spesimen yang terbuat dari komposit menggunakan ASTM D790-02 yang ditunjukkan pada gambar 2.7

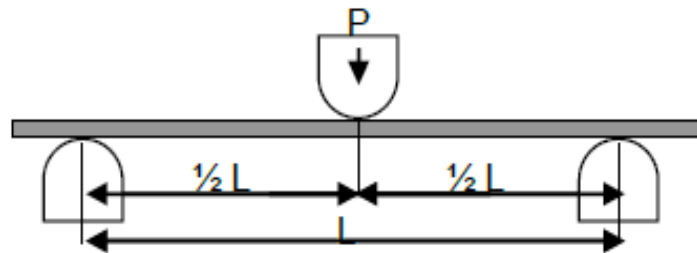


Gambar 2.6 Dimensi Spesimen Uji Bending *Stainless Steel* 304 dan Aluminium 6061 (Naharuddin, 2015:552).



Gambar 2.7 Dimensi Spesimen Uji Bending Komposit (Harini, 2017 : 59)

Point bending adalah suatu cara untuk melakukan pengujian *bending*. Ada dua tipe *point bending*, yaitu *three point bending* dan *four point bending*. Perbedaannya hanya terletak dari bentuk dan jumlah *point* yang digunakan, *three point bending* menggunakan dua *point* pada bagian bawah sebagai tumpuan dan satu *point* pada bagian atas sebagai penekan, sedangkan *four point bending* menggunakan dua *point* pada bagian bawah sebagai tumpuan dan dua *point* pada bagian atas sebagai penekan (Iskandar, 2016 : 9). Pada penelitian ini menggunakan *three point bending* untuk menguji spesimen. Berikut skema pengujian *three point bending* pada gambar 2.8

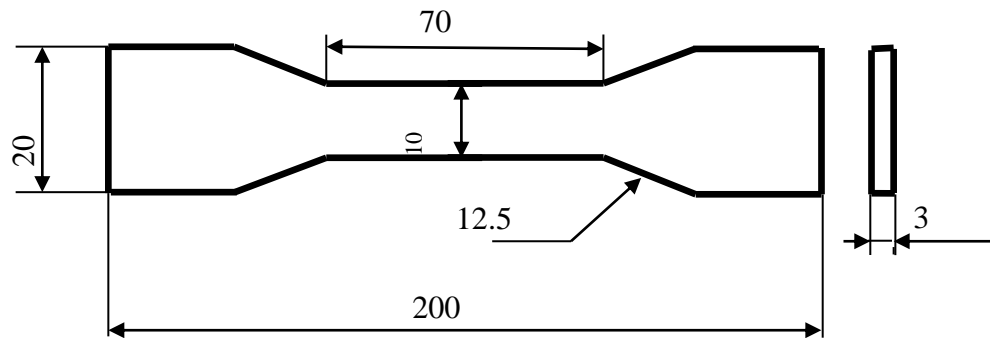


Gambar 2.8 Skema Pengujian *Three Point Bending* (Naharuddin, 2015 : 552)

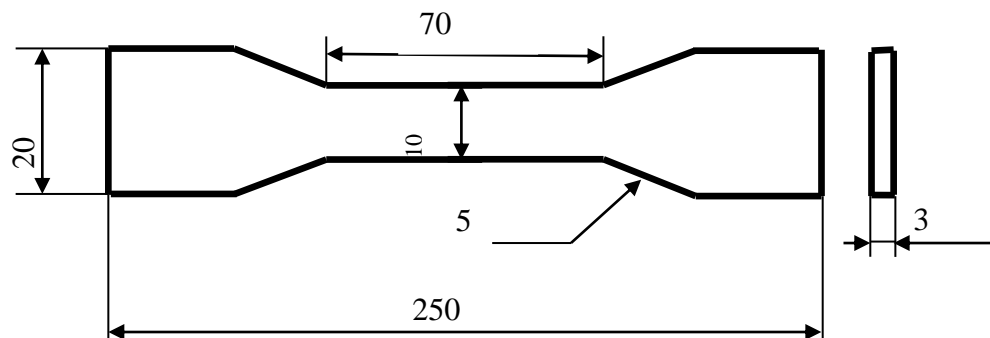
2.2.4.2 Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah suatu pengujian mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu material, dalam pengujiannya spesimen uji ditarik secara terus menerus sampai putus. Hasil dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena pengujian tarik menghasilkan data kekuatan material.

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu material agar diketahui kekuatan mekanik dari material yang diuji, alat yang dipakai untuk melakukan uji tarik adalah *Universal Testing Machine* (UTM) (Syari, 2018 : 16). Bentuk dan ukurannya spesimen uji tarik sudah terstandar, namun dalam kasus-kasus tertentu diijinkan memakai bentuk dan ukuran spesimen uji yang tidak standar. Bentuk dan ukuran spesimen uji yang sudah terstandar disebut juga spesimen uji proposional dan spesimen uji yang tidak terstandar disebut juga spesimen uji non proporsional. Penampang spesimen uji dapat berbentuk lingkaran maupun bentuk segi empat (Budiman, 2016 : 10). Pada penelitian ini spesimen uji tarik dibuat sesuai standart ASTM, untuk spesimen yang terbuat dari *stainless steel* 304 dan aluminium 6061 menggunakan ASTM E8 seperti pada gambar 2.8 dan spesimen yang terbuat dari komposit menggunakan ASTM D638-02 yang ditunjukkan pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Dimensi Spesimen Uji Tarik *Stainless Steel 304* dan *Aluminium 6061* (ASTM E8)



Gambar 2.10 Dimensi Spesimen Uji Tarik Komposit (Susilowati, 2017 : 75)

2.2.5 Mode Perpatahan Material

Perpatahan merupakan peristiwa yang terjadi karena material tidak dapat menerima beban yang diberikan atau lebih sebagai respon dari tegangan yang diterima. Tegangan yang diberikan dapat berupa tegangan tarik (*tensile*), tegangan tekan (*compressive*), tegangan geser (*Shear*) atau tegangan puntir (*torsion*). Secara umum mode perpatahan material dibagi menjadi 2 yaitu perpatahan ulet (*ductile*) dan perpatahan getas (*brittle*).

2.2.5.1 Mode Perpatahan Ulet (*Ductile*)

Perpatahan ulet merupakan patahan yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material. Perpatahan ulet ini ditandai dengan penyerapan energi yang disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar disekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar, berserabut (*fibrous*) dan gelap (*dull*).

Perpatahan ulet umumnya lebih disukai karena material ulet biasanya lebih tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum terjadi kerusakan dengan memperlihatkan mekanisme penciutan (*necking*). Secara umum perpatahan ulet akan mengalami beberapa tahapan, yaitu penciutan awal, terbentuknya rongga-rongga kecil (*cavities*), *cavity-cavity* tersebut lalu berkumpul dan menyatu dan menimbulkan retak (*crack*), penjarangan retak (*crack propagation*), dan selanjutnya mengalami perpatahan

2.2.5.2 Mode Perpatahan Getas (*Brittle*)

Perpatahan getas merupakan patah pada material diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patahan ulet. Perpatahan getas memiliki klasifikasi yang berbeda dengan perpatahan ulet, dimana pada bagian permukaan patahan, terlihat berbulir (*granular*) dan terang (*bright*). Perpatahan getas umumnya tidak memiliki elastisitas atau elastisitasnya terlalu kecil, selain itu perpatahan getas juga mengakibatkan terjadinya kegagalan yang tiba-tiba tanpa ditandai dengan adanya *crack* kasat mata dalam waktu yang lama. Pada material lunak dengan butir kasar (*coarse-grain*) dapat dilihat pola-pola yang dinamakan *chevrons* atau *fan-like pattern* yang berkembang keluar dari daerah awal kegagalan atau retakan (Pramono, 2010:16 – 18).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian alat *stabilizer recurve bow* menggunakan metode penelitian dan pengembangan. Menurut Sugiyono (2016: 407), metode penelitian dan pengembangan adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk dan menguji produk tersebut untuk mengetahui keefektifan dari produk tersebut. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan karena penelitian ini menghasilkan suatu produk dan akan menguji keefektifan dari produk tersebut.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan hanya untuk mengikuti proses-proses yang ditempuh dalam metode penelitian dan pengembangan untuk memvalidasi suatu produk agar alat yang dibuat dalam penelitian ini dapat dinyatakan layak dan dapat dipergunakan.

Metode penelitian dan pengembangan terdiri dari sepuluh tahap, yaitu : 1) potensi masalah; 2) pengumpulan data; 3) desain produk; 4) validasi desain; 5) revisi desain; 6) uji coba produk awal; 7) revisi produk; 8) uji lapangan; 9) revisi produk akhir; 10) produk akhir (Sugiyono, 2016 : 409).

Penelitian ini dilaksanakan sampai produk benar-benar dinyatakan layak oleh dosen pembimbing lapangan. Penelitian ini hanya menggunakan beberapa poin dari sepuluh langkah pada metode penelitian dan pengembangan, yaitu: 1) potensi masalah; 2) pengumpulan data; 3) pembuatan spesimen uji; 4) pengujian spesimen; 5) pembuatan produk; 6) uji coba produk; 7) produk valid

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian perlu direncanakan agar penelitian yang akan dilaksanakan dapat selesai sesuai waktu yang direncanakan dan dilakukan ditempat yang sesuai dengan hal yang diteliti. Waktu dan tempat penelitian yang direncanakan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester genap ditahun ajaran 2019/2020. Penelitian dilakukan selama 3 bulan.

3.2.2 Tempat penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang dan Politeknik Manufaktur, Ceper.

3.3 Bahan dan Alat Penelitian

3.3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- | | | |
|-------------------|----------------------|------------------|
| a. Mesin Bor | d. Roll / Kuas | h. Sarung Tangan |
| b. Mesin Bubut | e. Timbangan Digital | i. Jangka Sorong |
| c. Mesin CNC | f. Kaca | j. UTM |
| d. Gerinda Tangan | g. Gunting | k. Kamera |

3.3.1 Bahan Penelitian

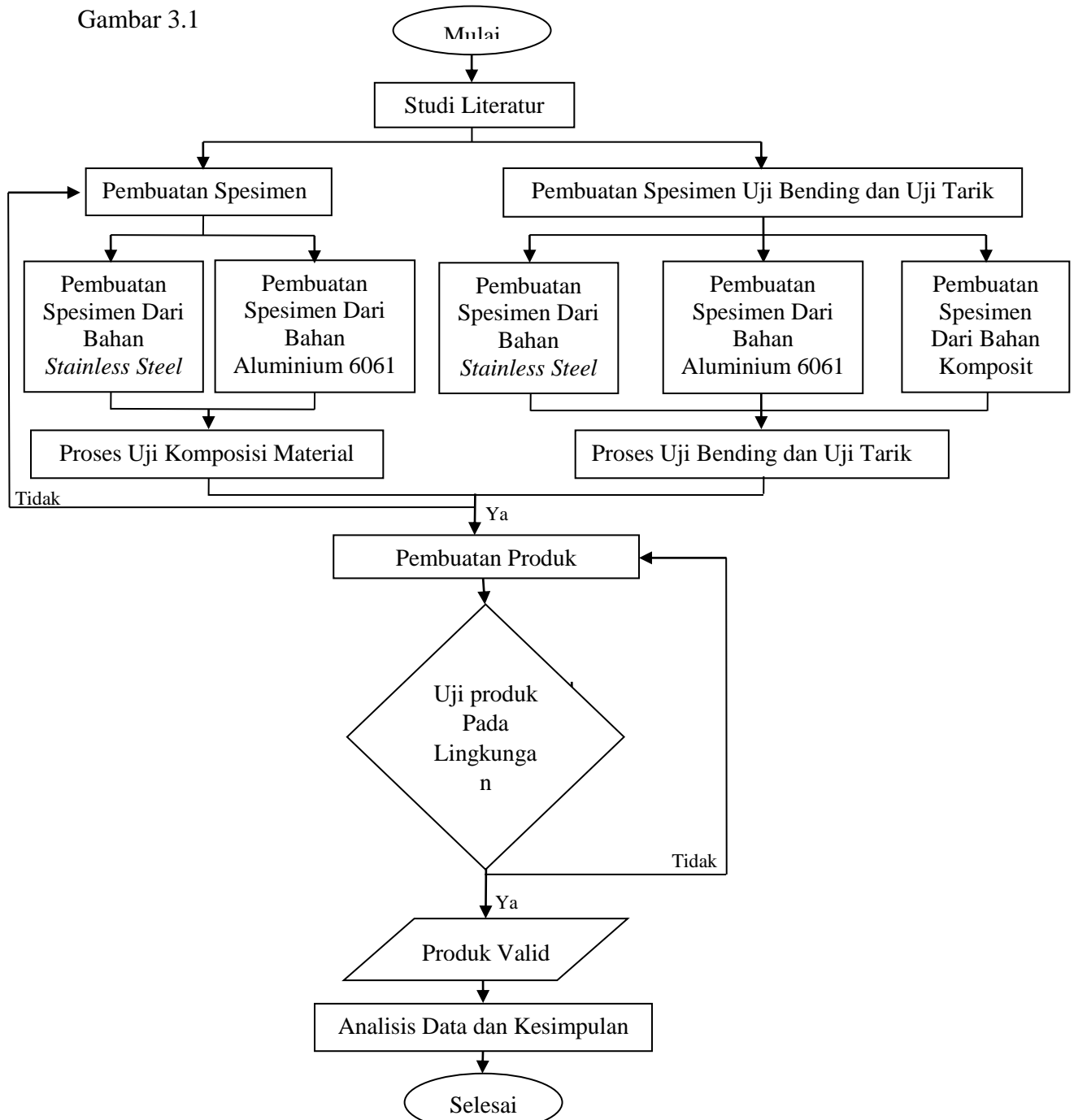
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- | | | |
|---------------------------|------------------------|---------------------|
| a. <i>Stainless Steel</i> | d. Rubber | g. <i>Polyester</i> |
| b. <i>Aluminium</i> | e. <i>Mirror Glaze</i> | |
| c. <i>Fiberglass</i> | f. Hardener / Katalis | |

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan tahapan-tahapan yang menjelaskan proses penelitian mulai dari awal penelitian sampai dengan akhir penelitian. Alur penelitian dalam perancangan alat *stabilizer recurve bow* dijelaskan sesuai dengan

Gambar 3.1



Gambar 3.1. Alur Penelitian

Alur penelitian dalam perancangan alat *stabilizer recurve bow* mengacu pada beberapa poin dari sepuluh tahap pada penelitian dan pengembangan. Proses studi literatur yang berisi potensi masalah yang didapat dari studi pustaka, pengumpulan data dari potensi masalah yang ada. Proses penelitian berisi langkah-langkah pembuatan spesimen uji, pengujian spesimen, pembuatan produk dan uji produk (validasi produk). Produk valid merupakan produk yang telah melalui proses uji produk (validasi produk). Proses olah data yang berisi analisis data dari hasil penelitian dan kesimpulan seluruh proses penelitian yang dilakukan.

3.5 Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sampai produk benar-benar dinyatakan layak oleh ahli panahan (atlet). Langkah-langkah penelitian ini hanya menggunakan beberapa poin dari sepuluh langkah pada penelitian dan pengembangan seperti yang dijelaskan di bawah ini.

3.5.1 Potensi Masalah

Di masa lalu, banyak badan *stabilizer* terbuat dari logam, sehingga menambah berat pada busur. Selain itu sebagian besar *stabilizer* logam cenderung kurang ideal dan terlalu berat untuk aplikasi tertentu (Horn, 2016 : 1).

Umumnya, *stabilizer* olahraga panahan modern mencakup hingga lima batang yang dipasang pada pegangan dalam busur (Zaniewski, 2010 : 236), hal ini dapat menambah berat pada busur (Ledsome, 2018). *Stabilizer* terdiri dari beberapa bagian yang terbuat dari bahan yang berbeda, sehingga dalam

memproduksi *stabilizer* terdapat beberapa cara sesuai dengan bahan yang digunakan.

Pengaturan dan proses penyetelan untuk menyesuaikan parameter *stabilizer* dengan parameter antropometrik pemanah dan gaya penembakannya didasarkan pada metode eksperimental "percobaan dan kesalahan"(Zaniewski, 2010 : 236).

3.5.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi pustaka untuk menganalisis dan mengidentifikasi masalah yang ada. Menurut Horn (2016 : 1) saat ini, sebagian besar *stabilizer* dibuat menggunakan bahan yang lebih ringan seperti karbon, plastik ABS dan bahan serupa untuk membuat benda *stabilizer* ringan dan sekaku mungkin.

Proses produksi bagian-bagian *stabilizer* disesuaikan dengan bahan yang digunakan. Bagian *stabilizer* yang terbuat dari bahan *stainless steel* dan aluminium dibuat dengan proses permesinan, bagian yang terbuat dari bahan carbon dibuat dengan metode blader dan bagian yang terbuat dari bahan karet (*rubber*) dibuat dengan metode pengecoran.

3.5.3 Pembuatan Spesimen Uji

- a. Pembuatan spesimen uji dari *stainless steel* dan aluminium

Spesimen uji dari *stainless steel* dan aluminium yang berupa plat dipotong sesuai dengan standar yang sudah ada yaitu untuk pengujian bending menggunakan standar ASTM E23-02 dan pengujian tarik menggunakan standar ASTM E8. Jumlah spesimen yang dibuat adalah 3 spesimen dari masing-masing

bahan. Spesimen yang telah dipotong kemudian dihaluskan dengan ampelas atau alat kikir.



Gambar 3.2 Spesimen Uji Tarik Material *Stainless Steel* 304 dan Aluminium 6061



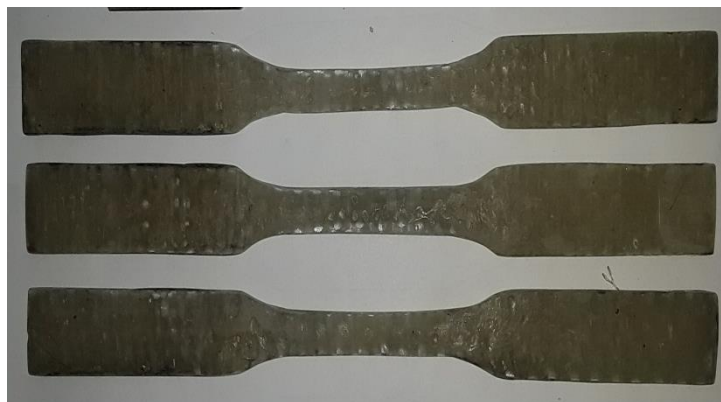
Gambar 3.3 Spesimen Uji Bending Material *Stainless Steel* 304 dan Aluminium 6061

b. Pembuatan spesimen uji dari komposit

Pembuatan spesimen uji ini dilakukan dengan metode *hand lay up* dengan langkah sebagai berikut :

- 1) Cetakan kaca dilapisi dengan *wax* secara merata agar spesimen yang dibuat mudah lepas dari cetakan.
- 2) Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat. Untuk perbandingannya sendiri yaitu 50% : 50%
- 3) Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata selama 1 menit dan didiamkan selama kurang lebih 1 menit agar gelembung udara bisa terlepas.

- 4) Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan kaca dan diratakan dengan menggunakan kuas atau rol cat.
- 5) Meletakkan serat karbon sebagai layer diatas resin yang telah dituang ke dalam cetakan
- 6) Menuangkan campuran resin dan katalis diatas serat karbon dengan cara di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
- 7) Meletakkan serat karbon sebagai layer diatas resin yang telah dituang.
- 8) Menuangkan campuran resin dan katalis diatas serat karbon dengan cara di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
- 9) Dan seterusnya dengan langkah yang sama sampai layer yang ditentukan (sampai ketebalan 5 mm)



Gambar 3.4 Spesimen Uji Tarik Material Komposit *Fiberglass*



Gambar 3.5 Spesimen Uji Bending Material Komposit *Fiberglass*

Berikut merupakan uraian perhitungan untuk menentukan kebutuhan serat dan matriks berdasarkan fraksi berat material:

Diketahui:

$$\rho_f \quad : \text{Massa jenis } \textit{fiberglass} (2,55 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3)$$

$$\rho_m \quad : \text{Massa jenis } \textit{polyester} (1.2 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3)$$

Dimensi spesimen uji *bending* seperti gambar 2.6

$$V_{\text{uji } \textit{bending}} : 18.750 \text{ mm}^3$$

$$50\% \times V_c \quad : 9.375 \text{ mm}^3 (V_m)$$

$$50\% \times V_c \quad : 9.375 \text{ mm}^3 (V_f)$$

Menentukan fraksi berat matriks (Komposisi 50% matriks)

$$M_m = \rho_m \times V_m$$

$$M_m = 1.2 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3 \times 9.375 \text{ mm}^3$$

$$M_m = 11.25 \text{ gr}$$

Menentukan fraksi berat *fiberglass* (Komposisi 50% serat)

$$M_f = \rho_f \times V_f$$

$$M_f = 2.55 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3 \times 9.375 \text{ mm}^3$$

$$M_f = 23.90 \text{ gr}$$

Sehingga kebutuhan serat karbon dan matriks yang digunakan untuk membuat spesimen uji *bending* yaitu :

$$\text{Total } M_m = M_m \times \text{Jumlah spesimen yang dibuat}$$

$$= 11.25 \text{ gr} \times 5$$

$$= 56.25 \text{ gr}$$

$$\text{Total } M_f = M_f \times \text{Jumlah spesimen yang dibuat}$$

$$= 23.90 \text{ gr} \times 5$$

$$= 119.5 \text{ gr}$$

Dimensi spesimen uji tarik seperti gambar 2.8

$$V_{\text{uji tarik}} : 25.000 \text{ mm}^3$$

$$50\% \times V_c : 12.500 \text{ mm}^3 (V_m)$$

$$50\% \times V_c : 12.500 \text{ mm}^3 (V_f)$$

Menentukan fraksi berat matriks (Komposisi 50% matriks)

$$M_m = \rho_m \times V_m$$

$$M_m = 1.2 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3 \times 12.500 \text{ mm}^3$$

$$M_m = 15 \text{ gr}$$

Menentukan fraksi berat *fiberglass* (Komposisi 30% serat)

$$M_f = \rho_f \times V_f$$

$$M_f = 2.55 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3 \times 12.500 \text{ mm}^3$$

$$M_f = 31.875 \text{ gr}$$

Sehingga kebutuhan serat karbon dan matriks yang digunakan untuk membuat spesimen uji tarik yaitu :

$$\text{Total } M_m = M_m \times \text{Jumlah spesimen yang dibuat}$$

$$= 15 \text{ gr} \times 5$$

$$= 75 \text{ gr}$$

$$\text{Total } M_f = M_f \times \text{Jumlah spesimen yang dibuat}$$

$$= 31.875 \text{ gr} \times 5$$

$$= 159.375 \text{ gr}$$

3.5.4 Pengujian Spesimen

Untuk mengetahui sifat bahan perlu dilakukan pengujian. Pengujian biasanya dilakukan terhadap sample uji bahan yang dipersiapkan menjadi spesimen dengan bentuk dan ukuran yang standar. Pada penelitian ini pengujian sifat mekanik yang dilakukan adalah pengujian *bending* dan pengujian tarik dengan menggunakan alat yang bernama *Universal Testing Machine* (UTM).

Pengujian *bending* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan standar ASTM E23-02 untuk bahan *stainless steel* 304 dan aluminium 6061, sedangkan ASTM D790-02 untuk bahan komposit dan metode pengujian *bending* yang digunakan adalah *three point bending*. Sedangkan pengujian tarik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan standar ASTM E8 untuk bahan *stainless steel* 304 dan aluminium 6061, sedangkan ASTM D638-02 untuk bahan komposit.

Tabel 3.1 Instrumen Uji Tarik

Material	<i>Stainless Steel</i>			Aluminium			Komposit		
Pengujian ke	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Dimensi (mm)	L			L _o					
Gaya Maksimal Fm (kN)									
Force at Fracture Fb (kN)									
Force at Yield Fy (kN)									
Yield Strength (MPa)									
Tegangan Maks σ (MPa)									
Rata-rata σ (MPa)									
Regangan ϵ									
Modulus Elastisitas E (GPa)									

Tabel 3.2 Instrumen Uji *Bending*

Material		<i>Stainless Steel</i>			Aluminium			Komposit		
Pengujian Ke		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Dimensi (mm)	L									
	W									
	T									
Luas Permukaan A (mm ²)										
Maksimal Force Fm (kN)										
Tegangan σ (MPa)										
Rata-rata σ (MPa)										
Deflection FeH (mm)										

3.5.5 Pembuatan Produk

Tahap pembuatan produk merupakan kegiatan untuk merealisasikan desain produk menjadi produk dari alat *stabilizer recurve bow*. Proses pembuatan alat *stabilizer recurve bow* adalah sebagai berikut:

a. Proses Pemesinan

Bagian *stabilizer* yang terbuat dari bahan *stainless steel* dan aluminium dibuat dengan proses pemesinan. Menurut Widarto (2008: 35) proses pemesinan adalah proses pembentukan suatu produk dengan pemotongan dengan menggunakan mesin perkakas untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam.

Mesin yang digunakan untuk membuat bagian-bagian *stabilizer* yaitu mesin bubut, frais, bor dan CNC. Bagian-bagian *stabilizer* yang dibuat dengan proses pemesinan sendiri yaitu *adapter bolt*, *v-bar*, *quick disconnect*, *rod connector* dan pemberat.

b. Proses Pembuatan *Side Rod* dan *Central Rod* Dari Komposit Serat Karbon

Bagian *stabilizer* yang terbuat dari bahan komposit matriks karbon dibuat dengan metode *hand lay up*. Untuk membuat rongganya bisa menggunakan metode infil atau core yaitu membuat inti dari material lain yang bisa dihilangkan contoh sterofoam. Bisa juga menggunakan metode blader yaitu membuat inti dari bahan *rubber* yang berongga, kemudian dikasih tekanan udara untuk mengembang dan membentuk inti.

c. Proses Pembuatan Peredam Dari *Rubber*

Bagian *stabilizer* yang terbuat dari bahan rubber dibuat dengan metode *dies* (seperti pengecoran), sehingga membutuhkan cetakan. Cetakan bisa terbuat dari kayu maupun aluminium.

3.5.6 Uji Coba Produk (Validasi Produk)

Uji validasi produk dilakukan oleh ahli panahan (atlet panahan), yaitu memberikan masukan atas produk yang dibuat sebagai dasar untuk menyempurnakan produk sesuai dengan aspek-aspek yang telah ditentukan. Aspek-aspek yang digunakan dalam uji validasi produk seperti dalam Tabel 3.2 di bawah.

Tabel 3.3 Aspek-Aspek Uji Coba Produk.

No	Aspek	Indikator	Penilaian				Saran / Masukan
			A	B	C	D	
1	Fungsi Alat	Alat dapat berfungsi untuk meredam getaran					
2	Kinerja alat	Alat dapat bekerja pada panah berjenis <i>recurve bow</i>					
3	Keamanan alat	Produk tidak					

		merusak komponen lain
4	Kemanfaatan produk	Produk dapat digunakan sebagai alat peredam getaran dan menyeimbangkan busur panah Bentuk dan ukuran alat sudah sesuai dengan desain alat
5	Kesesuaian alat	Berat alat sudah sesuai dengan standar alat yang ada

Keterangan : A = Sangat Baik

C = Cukup Baik

B = Baik

D = Kurang Baik

3.5.7 Produk Valid

Produk valid merupakan produk yang telah melalui proses uji validasi dan telah direvisi sesuai dengan masukan dari ahli panahan (atlet panahan). Produk ini telah dinyatakan layak oleh ahli panahan (atlet panahan) sehingga dapat digunakan sebagai alat *stabilizer* untuk panah berjenis *recurve bow*.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah data uji spesimen dan data uji coba produk (validasi produk). Data yang diperoleh dari uji spesimen berupa data hasil pengujian bending dan pengujian tarik. Data yang diperoleh dari uji coba produk (validasi produk) berupa masukan-masukan dari ahli panahan (atlet panahan) mengenai kekurangan-kekurangan yang mungkin terjadi pada alat yang dibuat, sehingga data-data masukan dari ahli panahan (atlet panahan)

tersebut dapat dijadikan rekomendasi buat peneliti untuk menyempurnakan alat yang dibuat.

3.7 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif kuantitatif yaitu mendiskripsikan atau menggambarkan serta menyajikannya dalam bentuk angka-angka dari data-data hasil pengujian spesimen. Pendiskripsian dilakukan untuk data masukan-masukan dari ahli panahan (atlet panahan) berkaitan dengan ujivalidasi produk.

Rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan dalam menganalisis data hasil uji coba adalah sebagai berikut:

- a. Rumus Tegangan Tekan(Gere dalam Pranata, 2014:15)

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

Keterangan: σ_c adalah tegangan tekan (MPa)

P adalah beban tekan (N)

A adalah luas penampang awal benda uji (mm)

- b. Rumus Tegangan Tarik(Syari, 2018:16)

$$\sigma_u = \frac{Pu}{A_0} \quad (3.2)$$

Keterangan: σ_u adalah tegangan tarik (MPa)

Pu adalah beban tarik (N)

Ao adalah luas penampang awal benda uji (mm)

- c. Rumus Regangan (Rahman, 2011 : 136)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (3.3)$$

Keterangan: \mathcal{E} adalah regangan tarik (MPa)

ΔL adalah pertambahan panjang (mm)

L adalah panjang awal (mm)

d. Rumus Modulus Elastisitas(Rahman, 2011 : 136)

$$E = \frac{\sigma}{\mathcal{E}} \quad (3.4)$$

Keterangan: E adalah modulus elastisitas (GPa)

σ adalah tegangan tarik (MPa)

\mathcal{E} adalah regangan tarik

e. Rumus luas alas penampang melintang

$$A = l \times t \quad (3.5)$$

Keterangan: A adalah luas alas penampang melintang (mm³)

l adalah lebar (mm)

t adalah tebal (mm)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dibagi menjadi dua yaitu hasil pengujian material yang digunakan dalam pembuatan alat dan hasil uji coba alat pada lingkungan yang sebenarnya. Pengujian material digunakan untuk mengetahui kelayakan dari material yang digunakan dalam pembuatan alat sesuai dengan standar material tersebut. Hasil uji coba alat berisi tentang penilaian alat *stabilizer recurve bow* dari para validator (atlet panahan).

4.1.1 Pengujian Material

Pengujian material digunakan untuk mengetahui kelayakan dari material yang digunakan dalam pembuatan alat sesuai dengan standar material tersebut. Pengujian material dilakukan di Politeknik Manufaktur, pengujian yang dilakukan yaitu pengujian komposisi material, sedangkan pengujian material yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Universitas Negeri Semarang adalah pengujian tarik dan pengujian *bending*.

a. Pengujian Komposisi Material

Pengujian komposisi bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur pembentuk suatu material yang diuji. Pengujian ini berguna untuk menganalisis kekuatan mekanis yang dimiliki oleh material yang diuji. Berikut ini adalah hasil pengujian komposisi material

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Komposisi Material *Stainless Steel 304*

Unsur	Kadar (%)
Fe	68,8
C	0,0136
Si	0,374
Mn	1,18
P	0,0500
S	0,0184
Cr	18,1
Mo	<0,0050
Ni	10,3
Al	0,0116
Co	0,518
Cu	0,140
Nb	0,140
Ti	0,0321
V	0,140
W	<0,0250
Pb	0,0429

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Komposisi Material Aluminium 6061

Unsur	Kadar (%)
Al	98,49
Si	0,336
Fe	<0,0500
Cu	0,165
Mn	<0,0200
Mg	<0,0500
Cr	0,200
Ni	0,301
Zn	0,232
Sn	<0,0500
Ti	<0,0100
Pb	<0,0300
Be	0,0002
Ca	0,0032
Sr	<0,0005
V	0,0215
Zr	0,0382

Pengujian komposisi material dilakukan dengan menggunakan mesin Spectrometer Metal Scan dengan pembacaan secara otomatis memberikan hasil

komposisi kimia dari material yang diuji. Standart Pengujian ini menggunakan ASTM D7751-16.

b. Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian tarik didapatkan data-data sebagai berikut:

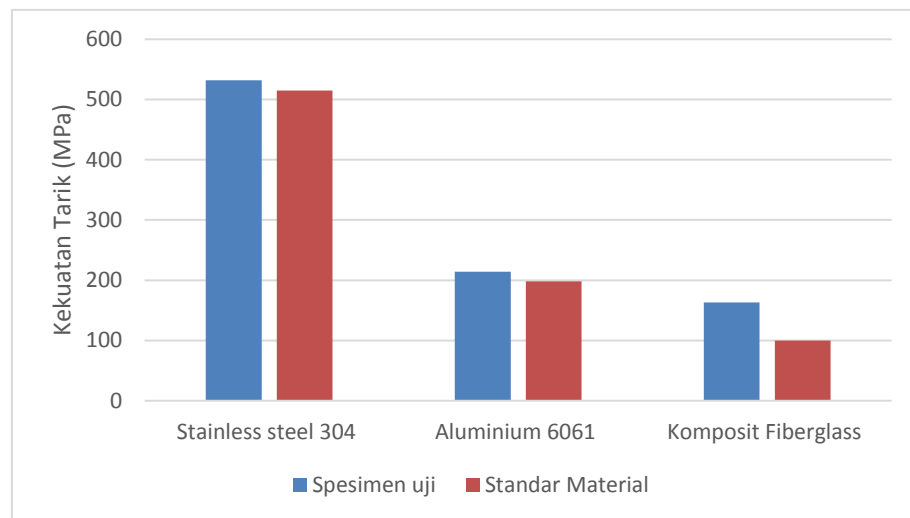
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Tarik

Material	<i>Stainless Steel</i>			Aluminium			Komposit		
Pengujian ke	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Dimensi L (mm)	199,54	199,50	200	199,60	199,58	200	249,80	249,86	250
L_0	72,44	72,40	70	72,50	72,48	70	72,54	72,60	70
Gaya Maksimal Fm (kN)	31,96	32,07	31,89	12,84	12,95	12,78	12,96	12,99	13,32
Force at Fracture Fb (kN)	24,95	25,06	24,82	11,47	11,61	11,56	8,27	8,29	8,57
Force at Yield Fy (kN)	12,94	12,59	12,21	10,98	10,86	10,94	8,49	8,54	8,53
Yield Strength (MPa)	205	213	203	180	176	182	95	93	106
Tegangan Maks σ (MPa)	526	522	531	210	210	213	144	142	166
Rata-rata σ (MPa)		526			211			150	
Regangan Modulus ϵ	1,5628	1,5471	1,5357	1,1071	1,1085	1,1042	1,0771	1,0814	1,0857
Elastisitas E (MPa)	336	337	345	190	189	192	134	132	152

Penentuan kuat tarik disesuaikan dengan standar dari masing-masing material yaitu:

- Kekuatan tarik *stainless steel* 304 = 515 M.Pa (Steel, 2013 : 2)
- Kekuatan tarik aluminium 6061 = 198 M.Pa (Athul. S, 2018 : 3)
- Kekuatan tarik komposit *fiberglass* = 100 M.Pa (Rout, 2018 : 314)

Perbandingan standar kekuatan tarik material dengan nilai rata-rata kekuatan tarik spesimen uji digunakan untuk mengetahui layak dan tidak layaknya suatu material digunakan dalam pembuatan komponen alat *stabilizer recurve bow*. Berikut adalah grafik perbandingan standar kekuatan tarik material dengan nilai rata-rata kekuatan tarik spesimen uji.

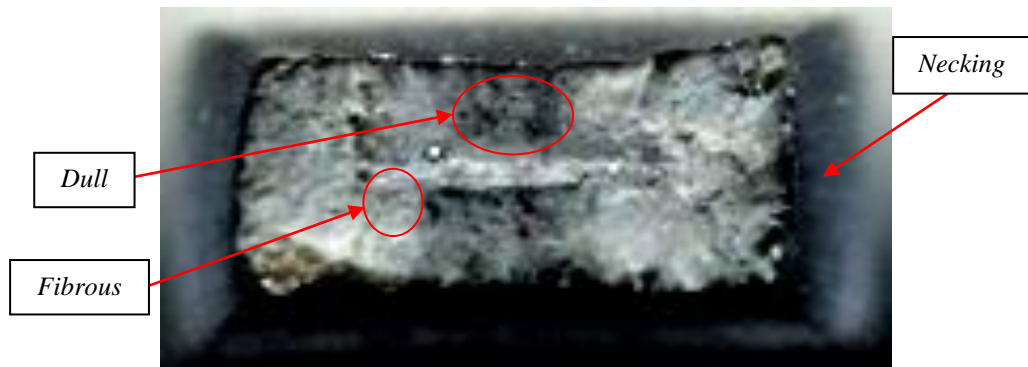


Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Standar Kekuatan Tarik Material dengan Nilai Rata-rata Kekuatan Tarik Spesimen Uji

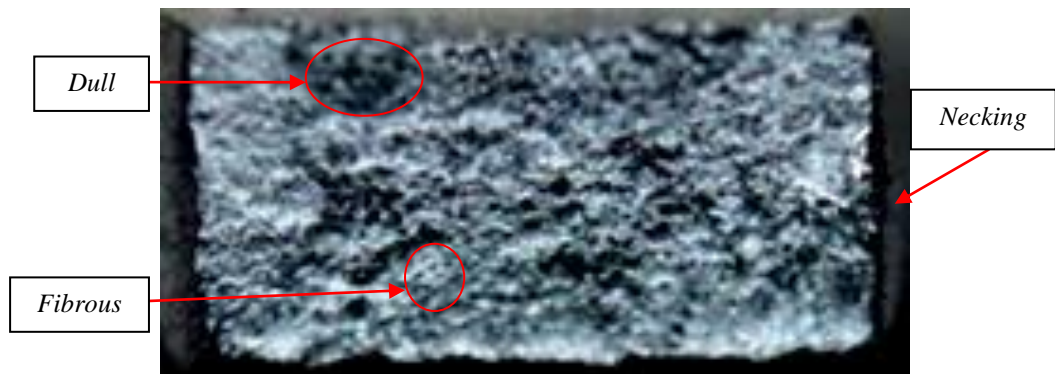
Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik setiap spesimen uji melebihi standar material tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik dari setiap spesimen uji sudah sesuai dengan standar materialnya. Sehingga setiap material sudah lulus uji standar dan material sudah layak digunakan dalam pembuatan komponen alat *stabilizer recurve bow*.

Perpatahan yang terjadi pada proses pengujian tarik dalam penelitian ini yaitu perpatahan ulet dan perpatahan getas. Perpatahan ulet terjadi pada material *stainless steel 304* dan aluminium 6061 seperti pada gambar 4.2 dan gambar 4.3,

sedangkan perpatahan getas terjadi pada material komposit *fiberglass* seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.2 Spesimen Hasil Pengujian Tarik Bahan *Stainless steel* 304 Diperbesar 18x



Gambar 4.3 Spesimen Hasil Pengujian Tarik Bahan Aluminium 6061 Diperbesar 18x



Gambar 4.4 Spesimen Hasil Pengujian Tarik Bahan Komposit *fiberglass* Diperbesar 6x

c. Pengujian *Bending*

Dari hasil pengujian *bending* didapatkan data-data sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian *Bending*

Material		<i>Stainless Steel</i>			Aluminium			Komposit		
Pengujian Ke		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Dimensi (mm)	L	149,82	149,84	150	149,70	149,74	150	149,90	149,94	150
	W	19,52	19,56	20	19,94	19,98	20	25,10	24,40	25
	T	4,50	4,48	4	4,44	4,46	4	3,55	3,88	3
Luas Permukaan A (mm ²)		87,84	87,62	80	88,53	89,11	80	89,10	94,67	75
Maksimal Force Fm (N)		2905	3002	2825	1187	1201	1145	494	500	428
Tegangan σ (M.Pa)		330	342	353	134	135	143	55	53	57
Rata-rata σ (MPa)			341			137			55	
Deflection FeH (mm)		23,61	30,93	19,06	28,72	31,45	27,92	15,08	22,53	27,16

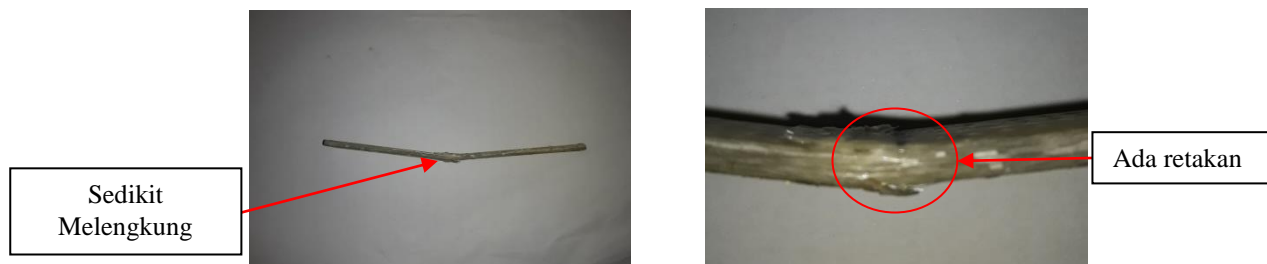
Berdasarkan tabel hasil pengujian *bending* diatas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kekuatan *bending* dari material *stainless steel* sebesar 475 M.Pa, aluminium 6061 sebesar 194 M.Pa dan komposit *fiberglass* sebesar 64 M.Pa. Setelah dilakukan pengujian *bending* didapat jenis material ulet dan getas, dimana *stainless steel* 304 dan aluminium 6061 merupakan material yang ulet seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5 dan gambar 4.6, sedangkan komposit *fiberglass* merupakan material yang getas seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.5 Spesimen Hasil Pengujian Bending Bahan *Stainless steel* 304



Gambar 4.6 Spesimen Hasil Pengujian Bending Bahan Aluminium 6061

Gambar 4.7 Spesimen Hasil Pengujian Bending Bahan komposit *fiberglass*

4.1.2 Pengujian Alat (Uji Coba Alat)

Uji coba alat dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari alat yang dibuat dan mendapatkan masukan-masukan dari para ahli (atlet panahan) sebagai referensi untuk menyempurnakan alat. Data-data dari uji coba alat berupa data validasi alat dan berikut data hasil validasi alat:

Tabel 4.5 Data Hasil Uji Coba Produk

No	Aspek	Indikator	Penilaian				Saran / Masukan
			A	B	C	D	
1	Fungsi Alat	Alat dapat berfungsi untuk meredam getaran	25%	75%			
2	Kinerja alat	Alat dapat bekerja pada panah berjenis <i>recurve bow</i>	25%	75%			
3	Keamanan alat	Produk tidak merusak komponen lain	50%	50%			

4	Kemanfaatan produk	Produk dapat digunakan sebagai alat peredam getaran dan menyeimbangkan busur panah	25%	75%	Alat sudah meredam dan keseimbangan sudah bagus, baiknya di tambah long rod, agar keseimbangan lebih baik lagi
5	Kesesuaian alat	Bentuk dan ukuran alat sudah sesuai dengan desain alat	25%	75%	Sudah sesuai, akan lebih bagus jika <i>v-bar</i> nya lebih lebar lagi
		Berat alat sudah sesuai dengan standar alat yang ada	25%	75%	Berat alat sudah cukup bagus

- Saran / Masukan: a. Menyeimbangkan kanan kiri sudah baik, hanya saja titik berat masih dibelakang, jadi ketika ditambah *long stabilizer* keseimbangan busur jauh lebih baik, untuk bentuk sudah baik, hanya kurang lebar sedikit pada bagian *v-bar*
- b. *Side stabilizer* sudah baik, dapat meredam getaran dan menyeimbangkan busur, tetapi akan lebih baik lagi panjang *side stabilizer* sekitar 10” – 12” (inci)

Keterangan: A = Sangat Baik C = Cukup Baik

B = Baik D = Kurang Baik

4.2 Pembahasan

Proses pengujian tarik dan bending dengan menggunakan spesimen uji sudah menghasilkan bahan (material) yang sesuai dengan standarnya, dimana standar kekuatan tarik dari setiap bahan berbeda-beda yaitu kekuatan tarik dari

stainless steel 304 sebesar 515 M.Pa (Steel, 2013 : 2), kekuatan tarik dari aluminium 6061 sebesar 198 M.Pa (Athul. S, 2018 : 3) dan kekuatan tarik dari komposit *fiberglass* sebesar 100 M.Pa (Rout, 2018 : 314). Begitu juga dengan standar kekuatan bending dari setiap bahan berbeda-beda.

Proses pengujian tarik dan bending pada penelitian ini menghasilkan kekuatan tarik rata-rata dari spesimen uji yang terbuat dari *stainless steel* 304 sebesar 524 M.Pa, kekuatan tarik rata-rata dari spesimen uji yang terbuat dari aluminium 6061 sebesar 210 M.Pa , dan kekuatan tarik rata-rata dari spesimen uji yang terbuat dari komposit sebesar 143 M.Pa, Sedangkan kekuatan bending rata-rata dari spesimen uji yang terbuat dari *stainless steel* 304 sebesar 475 M.Pa , kekuatan bending rata-rata dari spesimen uji yang terbuat dari aluminium 6061 sebesar 194 M.Pa , dan kekuatan bending rata-rata dari spesimen uji yang terbuat dari komposit *fiberglass* sebesar 64 M.Pa.

Material yang digunakan dalam pembuatan alat sudah sesuai standar Sehingga material sudah layak digunakan dalam pembuatan komponen-komponen alat *stabilizer recurve bow*.

Perpatahan yang terjadi pada pengujian tarik dalam penelitian ini yaitu perpatahan ulet yang terjadi pada material *stainless steel* 304 dan aluminium 6061, sedangkan perpatahan getas terjadi pada material komposit *fiberglass*. Perpatahan ulet yang terjadi pada penelitian ini memiliki ciri-ciri berserabut (*fibrous*), gelap (*dull*) dan adanya peciutan (*necking*) pada daerah yang terjadi patah (Pramono, 2010 : 17) seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2, sedangkan perpatahan getas yang terjadi pada penelitian ini memiliki ciri-ciri berbulir

(*granular*), terang (*bright*) dan perpatahan merambat sepanjang bidang spesimen, membelah atom-atom material (*transgranular*) (Pramono, 2010 : 18) seperti pada gambar 4.3.

Pada proses pengujian bending juga didapatkan material ulet dan getas, dimana *stainless steel* 304 dan aluminium 6061 merupakan material yang ulet dengan ciri-ciri memiliki kekuatan tekan yang baik, hal ini dibuktikan dengan spesimen yang melengkung tanpa adanya retakan pada permukaan material (Furqon, 2011 : 37) dan spesimen tidak kembali ke bentuk semula setelah dilakukan pengujian seperti pada gambar 4.4 dan gambar 4.5, sedangkan komposit *fiberglass* merupakan material yang getas dengan ciri-ciri memiliki kekuatan tekan yang kurang baik, hal ini dibuktikan dengan spesimen yang sedikit melengkung dengan adanya retakan pada permukaan material (Furqon, 2011 : 37) gambar 4.6.

Proses validasi produk menghasilkan beberapa masukan dari empat ahli panahan sebagai acuan dalam penyempurnaan alat *stabilizer recurve bow*. Masukan dari empat ahli panahan dibedakan menjadi dua yaitu masukan yang sudah sesuai dengan penelitian dan masukan yang belum sesuai dengan penelitian serta belum dipergunakan untuk menyempurnakan alat. Masukan dari empat ahli panahan yang sudah sesuai dengan penelitian diantaranya yaitu:

- a. Alat *stabilizer* sudah layak digunakan pada panah berjenis *recurve bow*
- b. Alat sudah dapat digunakan sebagai alat peredam getaran dan menyeimbangkan busur panah

- c. Bentuk dan ukuran alat sudah sesuai dengan desain alat serta berat alat sudah sesuai dengan standar alat yang ada.
- d. Alat tidak merusak komponen lainnya dan tidak mengurangi kenyamanan ketika digunakan untuk memanah

Masukan-masukan empat ahli panahan yang belum sesuai dengan penelitian dan belum dipergunakan untuk menyempurnakan alat diantaranya yaitu:

- a. Bagian *long rod* pada alat sebaiknya ditambahkan agar keseimbangan bagian tengah lebih baik lagi dan tidak terlalu condong ke belakang
- b. Bagian *side rod* kurang panjang dan akan lebih baik jika panjangnya sekitar 10” sampai 12”
- c. Sudut *v-bar* kurang lebar dan akan lebih baik jika lebarnya sekitar 45^0 sampai 50^0
- d. Bagian *extender v-bar* lebih baik menyatu dengan bagian *adapter bolt* untuk meminimalisir ketidak lurusan *v-bar*

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan menjadi beberapa hal sebagai berikut:

- a. Alat *stabilizer recurve bow* memiliki komposisi material sesuai standar dan pengujian tarik serta *bending* didapatkan hasil sesuai dengan standar material tersebut, sehingga material sudah layak digunakan dalam pembuatan komponen-komponen alat *stabilizer recurve bow*.
- b. Alat *stabilizer* sudah layak digunakan pada panah berjenis *recurve bow* karena alat *stabilizer* dapat meredam getaran dan menyeimbangkan busur, selain itu bentuk dan ukuran alat sudah sesuai dengan desain alat, alat tidak merusak komponen lainnya dan tidak mengurangi kenyamanan ketika digunakan untuk memanah

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan sehubungan dengan penelitian tentang produksi dan pengujian alat *stabilizer recurve bow* adalah sebagai berikut:

- a. Alat sebaiknya ditambahkan lagi bagian *long rod* dan bagian *side rod* alat akan lebih baik lagi jika panjangnya sekitar 10” sampai 12”.
- b. Sudut *v-bar* dibuat sekitar $45^0 - 50^0$ dan bagian *extender v-bar* lebih baik menyatu dengan bagian *adapter bolt* untuk meminimalisir ketidak lurusan *v-bar*.

DAFTAR PUSTAKA

- 365 Archery. 2018. *STABILZER CATALOG*. <http://www.365archery.com>. 19 April 2019 (19.30)
- 3riversarchery.2017.<https://www.3riversarchery.com/greyhawke-englishlongbow>. 19April 2019(20.00)
- Aalco. 2018. *Aluminium Alloy6061 - T6 Extrusions*. http://www.aalco.co.uk/datasheets/Aalco-Metals-Ltd_Aluminium-Alloy-6061-T6-Extrusions_145.pdf. 3 Agustus 2019 (20.00)
- Alcoa. 2012. *Understanding Extruded Aluminium Alloy*. http://www.astro.caltech.edu/sedm/_downloads/Extruded_Alloy_6061.pdf. 3 agustus 2019 (20.15)
- Archery Resource, 2010, *An Introduction to Archery*, <http://www.archeryresource.com/the-basics.php>.20 April 2019 (19.30)
- ASTM E8. *Standard Test Methods forTension Testing of Metallic Materials*. <http://www.galvanizeit.com/uploads/ASTM-E-8-yr-13.pdf>. 3 Agustus 2019 (20.30)
- Athul, S, G. Premnath, B. Sunil dan V. R. Rajeev. 2018. Elevated Temperature Wear Behavior of Aluminium Alloy (Al 6061). *National Conference on Latest Trends in Mechanical Engineering*. Department of Mechanical Engineering, College of Engineering Adoor, Adoor, Kerala. 1 – 8
- Balbardie Archers. 1999. *Archer's Reference Guide (Recurve)*, the last edition.<http://www.archersrefrence.co.uk>.20 April 2019 (19.30)
- Budiman, H. 2016. Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja ST37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *Jurnal J-Ensitem* 3 (1): 9 – 13
- Edelmann-Nusser, J., M. Heller, S. Clement, S. Vajna dan A. Jordan. 2005. Lightweight Design Optimization of a Bow Riser in Olympic Archery Applying Evolutionary Computing. *European Journal of Sport Science* 4 (3): 33 – 51.
- Fahmi, H. 2018. Thermal Shock Resistance dari Epoxy yang Diperkuat Serat Pinang terhadap Kekuatan Bending dan Energi Impak. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang* 8 (1): 45 – 50
- Furqon, R. S. 2011. Pengujian dan Analisis Sambungan Las Tabung LPG Kapasitas 3 Kg. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.



- Harini dan S. E. Susilowati. 2017. Pengaruh Kekuatan Bending dan Tarik Bahan Komposit Berpenguat Sekam Padi dengan Matrik Urea Formaldehide. *Jurnal Ilmiah WIDYA Eksakta* 1 (1): 56 – 61
- Horn, C. E. 2016. *BOW STABILIZER*. <http://www.freepatentsonline.com/y2016/0348997.html>. 20 April 2019 (20.00)
- Iskandar, M. N. 2016. Modifikasi Alat Uji Bending Sistem Mekanik Hidrolik Dan Hasil Pengujian Untuk Bahan Kuningan. *Skripsi*. Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kaw, A. K. 2006. *Mechanic of Composite Materials, Second Edition*. New York: Boca Raton.
- Ledsome, C. 2018. DESIGNING A BETTER ARCHERY BOW. *International Conference On Engineering And Product Design Education*. Dyson School Of Design Engineering, Imperial College, London, United Kingdom.. 1 – 6
- Maga, H. D. 2018. Perancangan dan Prototipe Riser Panah *Recurve Bow*. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin Dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Meyer, H. O. 2015, *Applications of Physics to Archery*. <http://arxiv.org/abs/1511.0250>. 22 April 2019 (19.30)
- Munawar, M. F. H. dan A. Kristiyanto. 2014. Prediksi Prestasi Panahan Ronde Nasional Berdasarkan Daya Tahan Otot Lengan, Ketajaman Penglihatan Dan Kecemasan Pada Atlet PPLP Panahan Jawa Tengah. <http://media.neliti.com/media/publication/218379-prediksi-prestasi-panahan-ronde-nasional.pdf>. 19 April 2019 (21.00)
- Naharuddin, A. S. dan C. Nugraha. 2015. Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja Sm 490 Dengan Metode Pengelasan Smaw Dan Saw. *Jurnal Mekanikal* 6 (1): 550 – 555
- Nasution, A. 2011. Pembuatan Papan Partikel Komposit Polietilena Kerapatan Rendah Daur Ulang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ningrum, L. Y. 2017. Potensi Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal. *Skripsi*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- Nugroho, Y. D. 2016. Karakteristik Komposit Serat Glass dengan Variasi Jumlah Lapisan Serat. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Msin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Perdana, R. A. 2018. Komposit Serat Bambu Dengan Variasi Jenis Matrik Sebagai Material Alternatif Peredam Suara. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Msin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Pramono, R. B. H. 2010. Pengaruh Bentuk Spesimen Terhadap Pembentukan Mekanisme Plane Strain Pada Uji Tarik Baja C-Mn SS400 Lembaran. *Skripsi*. Fakultas Teknik Metalurgi & Material, Program S1 Reguler, Universitas Indonesia, Depok.
- Pranata, Y. A. dan B. Suryoatmo. 2014. Kekuatan Tekan Sejajar Serat dan Tegak Lurus Serat Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri). *Jurnal Teknik Sipil* 21 (1): 13 – 22
- Putra, K. T. A. 2013. Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Komposit Kenaf – Polypropylene. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rahman, M. B. N. dan B. P. Karmiel. 2011. Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika* 14 (2): 133-138
- Rout, A. K dan J. K. Sigh. 2018. An Overview Of Advanced Fiber Reinforced Polymer Composites And It's Applications. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development* 8 (5): 311 – 318
- Steels, A. 2013. *Stainless Steel Grade Datasheets*. <http://www.atlassteel.com.au>. 21 April 2019 (20.00)
- Stokes, K. B. 2015. *ARCHERY BOW STABILIZER*. <http://www.freepatentsonline.com/870165.pdf>. 20 April 2019 (20.30)
- Suarsana. 2017. Diktat Ilmu Material Teknik. https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir. 21 April 2019 (20.15)
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarji. 2011. Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe SS 304 dan SS 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik dengan Variasi Suhu dan pH. *Jurnal Rotor* 4 (1): 1 – 8

- Sung, L. M, K. Kesha, S. Avedschmi, K. Root and L. Hlavaty. 2017. The Modern Compound Bow. *Journal Of Forensic Sciences*. 1 – 10
- Surdia, T. dan S. Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Susilowati, S. E. 2017. Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Bahan Komposit Berpenguat Sekam Padi. *Jurnal Kajian Teknik Mesin 2* (1): 67 – 80
- Syanur, F. N. 2018. Analisis Perambatan Retak Fatik Pada Stailless Steel 304 Yang Dilapisi Aluminium Celup Panas. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Syari, Z. 2018. Analisis Kekuatan Tarik Paduan Aluminium Dengan Magnesium Pada Dudukan *Shock breaker* Ukuran 70 x 30 x 30 mm. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari. *Jurnal Reaktom 1* (2): 14 – 19
- Tursi, D. dan S. Napolitano. 2013. Technical Movements In Archery. *Journal of Human Sport & Exercise 9* (1): 570 – 575
- Vathivellu, L., Sharveenesh, A., 2013, *Analysis of An Archery Bow Using Finite Element Method And The Development of An Archery Bow*. <http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/8663/1/cd8165.pdf>.22 April 2019 (20.00)
- Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan, Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- WIN & WIN. 2015. *Product Guide*. <http://www.win-archery.com>. 19 April 2019 (21.00)
- Zanevskyy, I. 2008. Modeling and Computer Simulation of Bow Stabilization in the Vertical Plane. *International Journal Of Sports Science and Engineering 2* (1): 1 – 12
- Zaniewski, I. 2010. *Recoil and vibration in an archery bow equipped with a multi-rod stabilizer*. http://www.researchgate.net/publication/270688928_Recoil_and_Vibration_in_an_Archery_Bow_Equipped_with_a_Multi-Rod_Stabilizer.21 April 2019 (21.00)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Usulan Topik Skripsi

 UNNES	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES) Kantor: Gedung H It 4 Kampus, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229 Rektor: (024)8508081 Fax (024)8508082, Puren I: (024) 8508001 Website: www.unnes.ac.id - E-mail: unnes@unnes.ac.id		 Certificate ID1101904 Certificate ID1101904 B1
	FORMULIR USULAN TOPIK SKRIPSI/TA		
No. Dokumen FM-01-AKD-24	No. Revisi 01	Hal 1 dari 1	Tanggal Terbit 11 September 2013

Usulan topik Skripsi/TA ini diajukan oleh:

Nama : Zulfikar Amir Rahman
 NIM : 5212915011
 Jurusan : Teknik Mesin
 Program Studi : Teknik Mesin S1
 Topik : Perencanaan dan Pembuatan Pecurve Bow

Semarang, 6 Februari 2015

Menyetujui

Ketua Jurusan/Koorprodi,



Samsudin Anis ST, MT Ph.D

NIP. 157601012003121002

Yang mengajukan,



Zulfikar Amir Rahman

NIM. 5212915011




Formulir Usulan Topik Skripsi
FM-1-AKD-24/rev.00
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

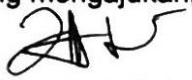
Usulan topik skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Zulfikar Amir Rahman
NIM : 5212415011
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Teknik Mesin, S1
Topik : Perencanaan dan Pembuatan Recurve Bow

Menyetujui
Ketua Jurusan


RUSIYANTO, S.Pd., M.T.
NIP. 197103211999031002

Semarang, 13 Februari 2019
Yang mengajukan,


Zulfikar Amir Rahman
NIM. 5212415011



Lampiran 2 Formulir Usulan Pembimbing Skripsi



KEMENTERIAN RISTEK DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Gedung E9 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 024 8508101
Laman: mesin.unnes.ac.id, surel: teknik.mesin@mail.unnes.ac.id

Nomor : 138/UN371.S-2/OT/2019
Lamp. :
Hal : Usulan Pembimbing

Yth. Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang

Merujuk Keputusan Rektor Unnes Nomor 164/O/2004 tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan

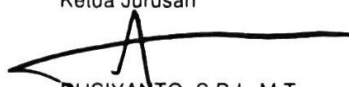
Nama : RUSIYANTO, S.Pd., M.T.
NIP : 197403211999031002
Pangkat/Golongan : III/d
Jabatan Akademik : Lektor
Sebagai Dosen Pembimbing

Dalam penyusunan Skripsi/Tugas Akhir untuk mahasiswa

Nama : Zulfikar Amir Rahman
NIM : 5212415011
Program Studi : Teknik Mesin, S1
Topik : Perencanaan dan Pembuatan Recurve Bow
Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.





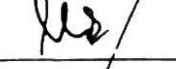
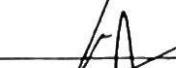




Semarang, 5 Maret 2019
Ketua Jurusan


RUSIYANTO, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Lampiran 3 Daftar Hadir Seminar Proposal Skripsi/TA

**DAFTAR HADIR
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI/TA**

NAMA/NIM : Zulfikar Amir Rahman
PRODI : Teknik Mesin



No	Hari/Tanggal	Proposal yang Diseminarkan		Tanda Tangan Dosen Pendamping
		Peneliti	Judul	
1	Senin, 2 April 2018	Miftachul Huda	Desain Low Temperature drying	
2	Senin 2 April 2018	Muh Mansur	Pengaruh kecepatan udara terhadap laju perpindahan massa pada proses pengeringan	
3	Kamis 5 April 2018	Kurnia Putra Aditya	Pengaruh Film Acus Listrik terhadap mikro dan ceunan Tanta las Metal Inert Gas (MIG)	
4	Jumat 6 April 2018	Muhammad Barri M.	Perembangan alat pengontrol head lamp system	
5	Selasa 10 April 2018	M. Irfani Zidni	Efektifitas penggunaan multimedia dalam meningkatkan prestasi belajar siswa	
6	Selasa 10 April 2018	Agus Rinanto	Perembangan multimedia berbasis adobe flash pada kompetensi sistem Rem ABS	
7	Jumat 13 April 2018	Randika Prasetya N.	Pengaruh variasi penahan suhu temperatur pada proses tempering terhadap hasil uji pematangan	
8	Jumat 13 April 2018	Hendoyo Kusumo Adi	Pengaruh variasi media pendinginan pada quenching dan tempering terhadap perubahan sifat	

Semarang, 17 April 2018
Koordinator Program Studi,



Samsudin Amis, ST MT, Ph.D
NIP. 197601012003121002

Lampiran 4 Usulan Pembimbing

 UNNES	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES) Kantor: Gedung H II 4 Kampus, Sekaran, Gunungpaśi, Semarang 50229 Rektor: (024)8508081 Fax (024)8508082, Purek I: (024) 8508001 Website: www.unnes.ac.id - E-mail: unnes@unnes.ac.id		 Certificate ID1101804 Certificate ID1101804 01
	FORMULIR USULAN PEMBIMBING		
No. Dokumen FM-02-AKD-24	No. Revisi 02	Hal 1 dari 1	Tanggal Terbit 11 September 2013

Nomor :
 Lamp. :
 Hal : Usulan Pembimbing

Yth. Dekan Fakultas...TEKNIK.....
 Universitas Negeri Semarang


Merujuk Keputusan Rektor UNNES Nomortentang Pedoman
 Penyusunan Skripsi/TA Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai
 penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan:

Nama : Rubiyanto, ST, MT.
 NIP : 197903211999031002
 Pangkat/Golongan : III / d
 Jabatan Akademik : Lektor
 Sebagai Pembimbing

Dalam penyusunan skripsi/TA oleh mahasiswa

Nama : Zulfikar Amir Rahman
 NIM : 5212915011
 Prodi : Teknik Mesin S1
 Judul : Perencanaan dan Pembuatan Recurve
Bow

Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.

Semarang, 22-02-2013
 Ketua Jurusan/Koorprodi,

Samsudin Amir ST, MT, Ph.D
 NIP. 197601012003121002

Lampiran 5 Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: 389 / FT - UNNES / 2019**

**Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Teknik Mesin Tanggal 5 Maret 2019
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:
- Nama : RUSIYANTO, S.Pd., M.T.
NIP : 197403211999031002
Pangkat/Golongan : III/d
Jabatan Akademik : Lektor
Sebagai Pembimbing
- Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
Nama : Zulfikar Amir Rahman
NIM : 5212415011
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Teknik Mesin
Topik : Perencanaan dan Pembuatan Recurve Bow
- KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal

DITETAPKAN DI : SEMARANG
TANGGAL : 5 Maret 2019



Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

5212415011

Lampiran 6 Angket Pengujian Produk (Alat Stabilizer)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SI
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNNES UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

LEMBAR PENGAMATAN

Peneliti mengharapkan kesediaan anda untuk mengisi lembar pengamatan ini. Informasi yang anda berikan sangat berarti bagi penelitian ini dan demi terwujudnya *Produksi dan Pengujian Alat Stabilizer Recurve Bow* yang lebih baik.

Atas partisipasi anda saya ucapkan terimakasih.

Data Validator :
Nama : Agung Hadi Saputro
Pekerjaan : Mahasiswa
Keahlian : Atlet Panahan

Petunjuk Pengisian Lembar Pengamatan :

1. Jawablah semua pernyataan dengan jujur
2. Bacalah pernyataan secara cermat sebelum anda menjawabnya
3. Pilihlah jawaban yang menurut anda paling tepat dalam setiap pernyataan
4. Benilah tanda (v) dan saran (masukan) pada kolom yang sudah disediakan

Keterangan :

Skor	Keterangan
A	Sangat Baik
B	Baik
C	Cukup Baik
D	Kurang Baik

No	Aspek	Indikator	Penilaian				Saran / Masukan
			A	B	C	D	
1	Fungsi alat	Alat dapat berfungsi untuk meredam getaran	✓				
2	Kinerja alat	Alat dapat bekerja pada panah berjenis <i>recurve bow</i>		✓			
3	Keamanaan alat	Alat tidak merusak komponen lain		✓			
4	Kemampuan alat	Alat dapat digunakan sebagai alat peredam getaran dan menyeimbangkan busur panah	✓				Menyeimbangkan kanan dan kiri sudah cukup, hanya kurang seimbang dari tengah (depan belakang) / cenderung kebelakang

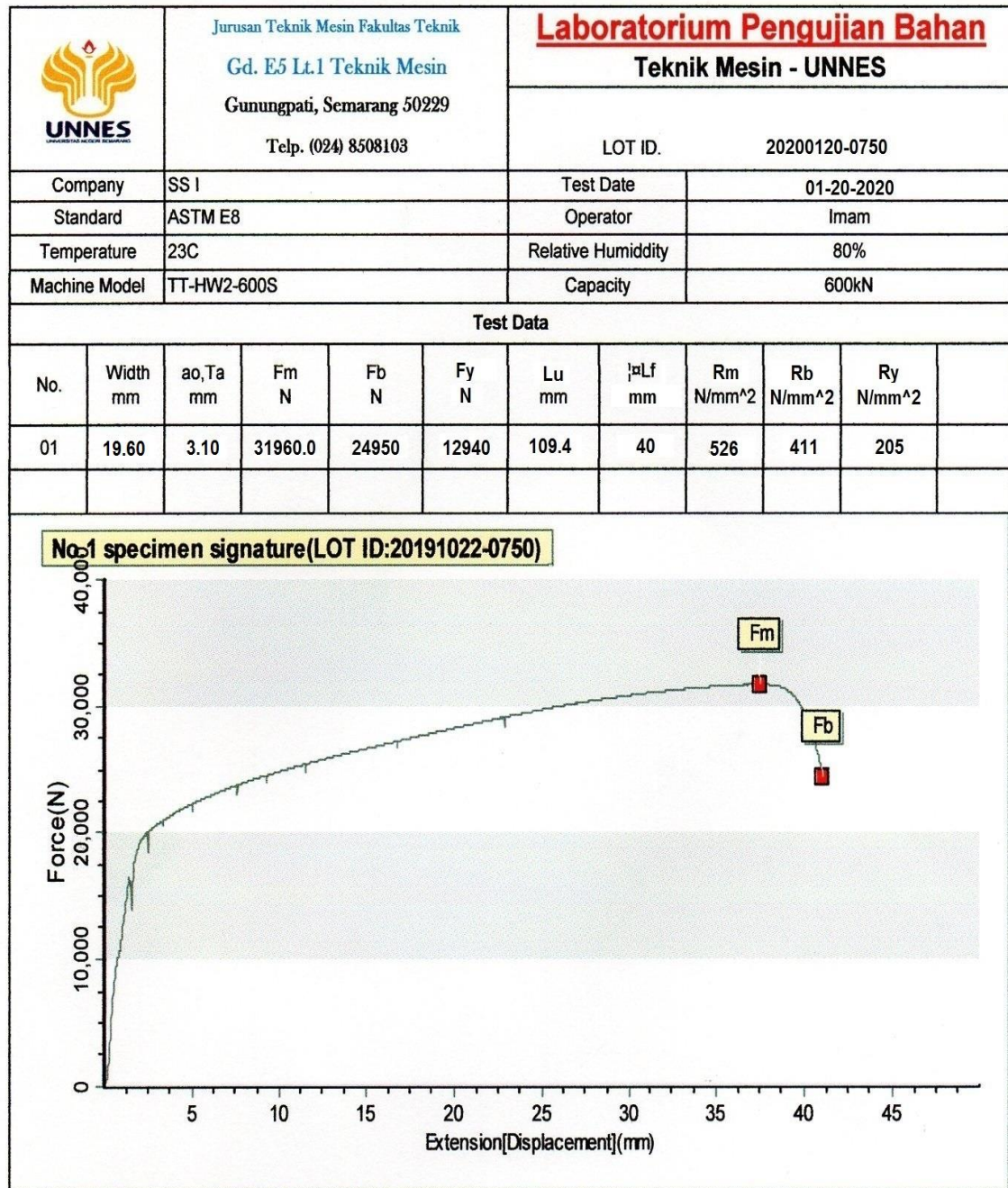
5	Kesesuaian alat	Bentuk dan ukuran alat sudah sesuai dengan desain alat	✓		Sudah bagus, akar lebih bagus Jika V-bar untuk short lebih lebar.
	Besar alat sudah sesuai dengan standar alat yang ada	✓			Untuk short dan v-bar sudah cukup bagus. Kurang long stabilizer

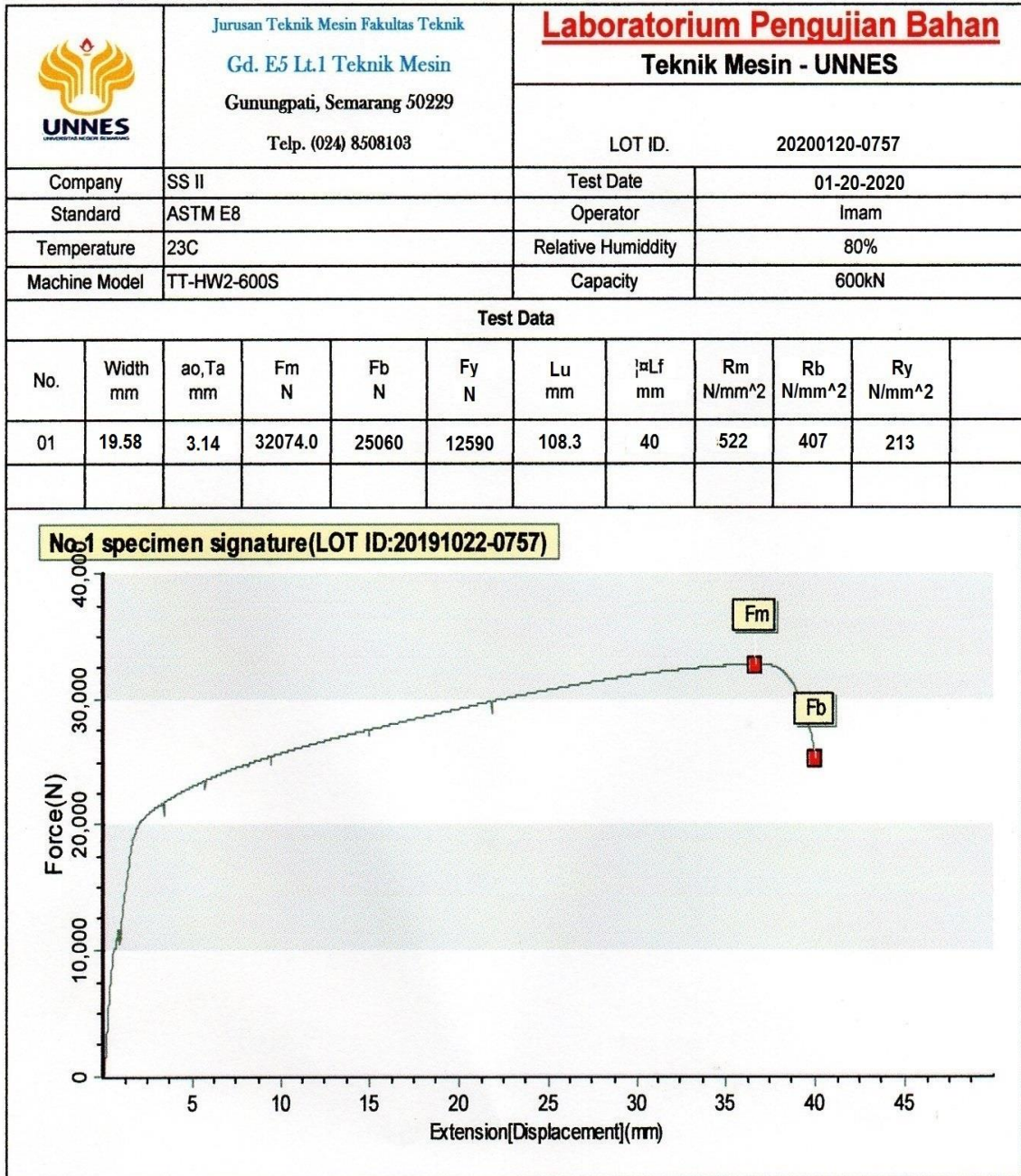
Saran / Masukan : menyempitkan karena kurus sudah ok, hanya saja titik berat masih dibelakang, jadi ketika ditimbang long stabilizer keseimbangan bugar yang lebih baik, untuk bentuk sudah ok juga hanya kurang lebar sedikit.

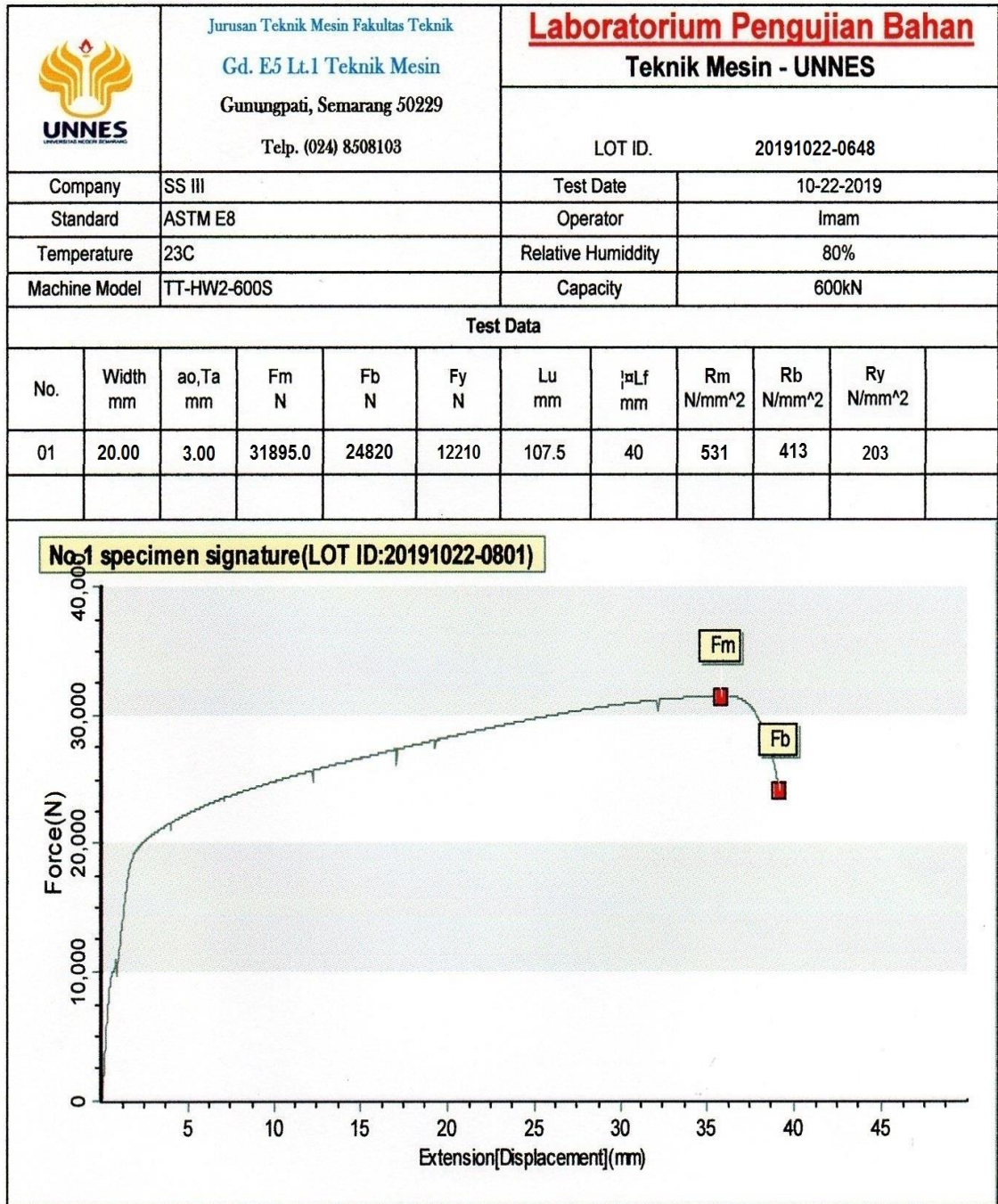
Semarang, 18 November 2019


 Agung Hadi Saputra

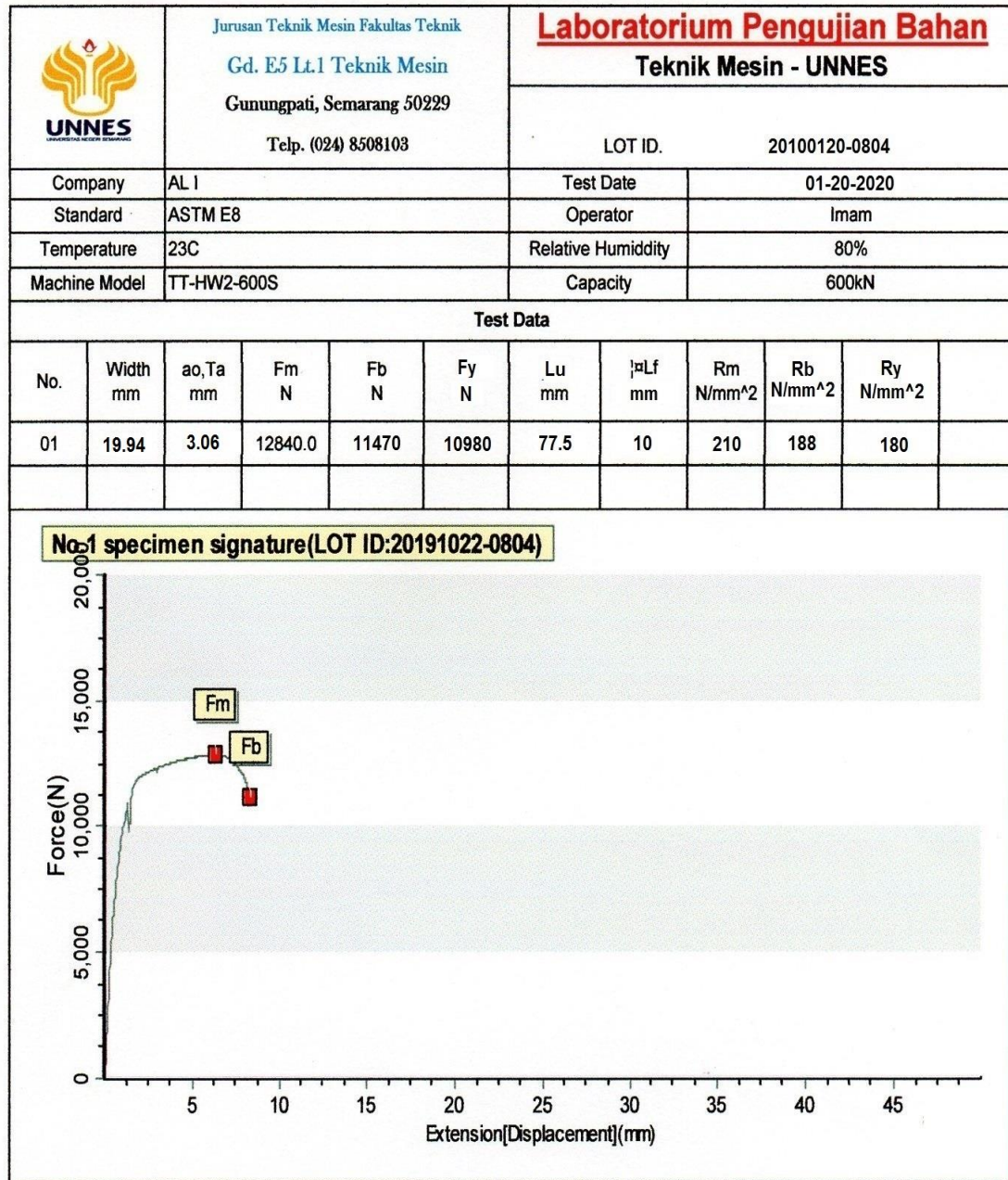
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Tarik Material *Stainless Steel 304*

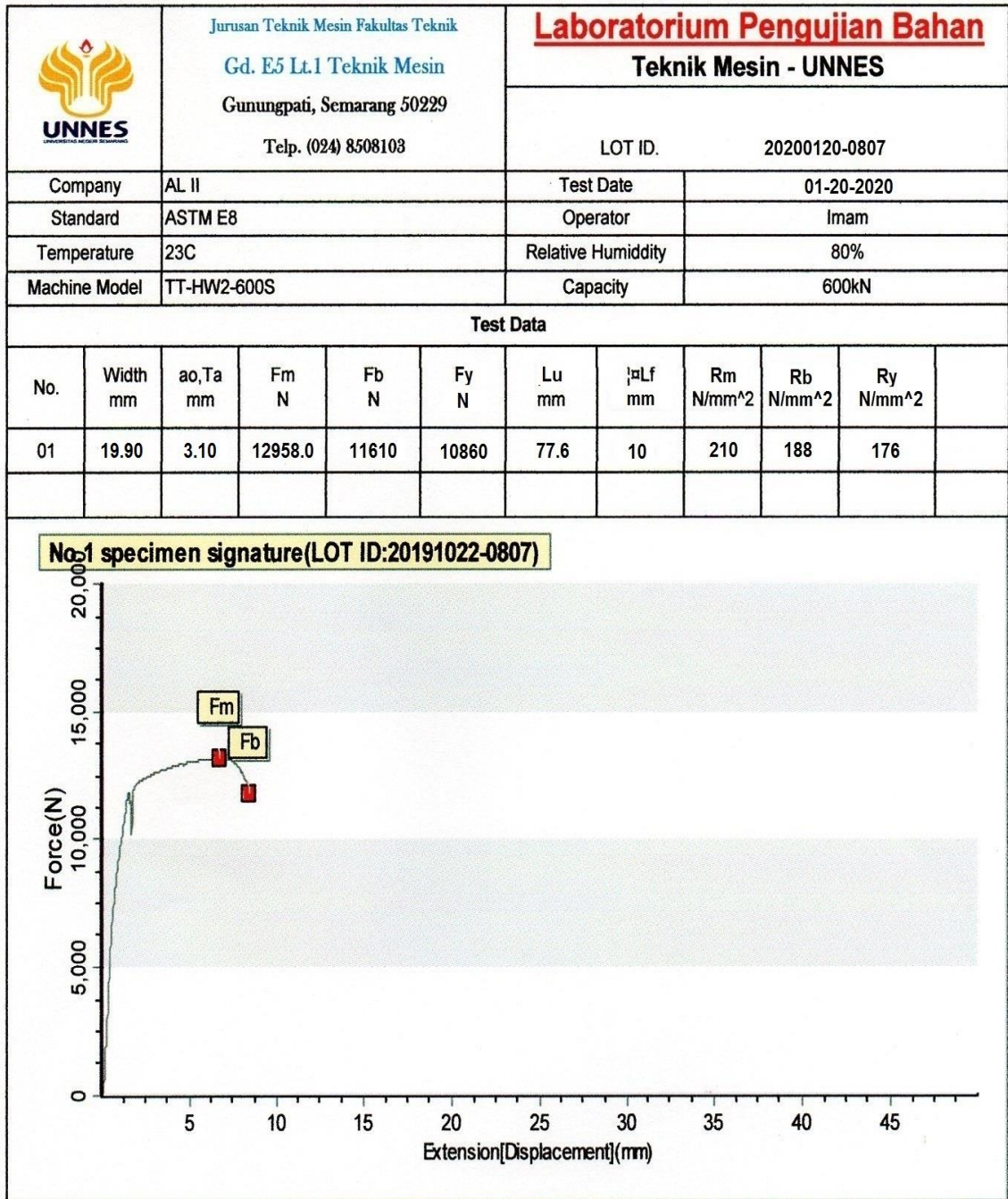



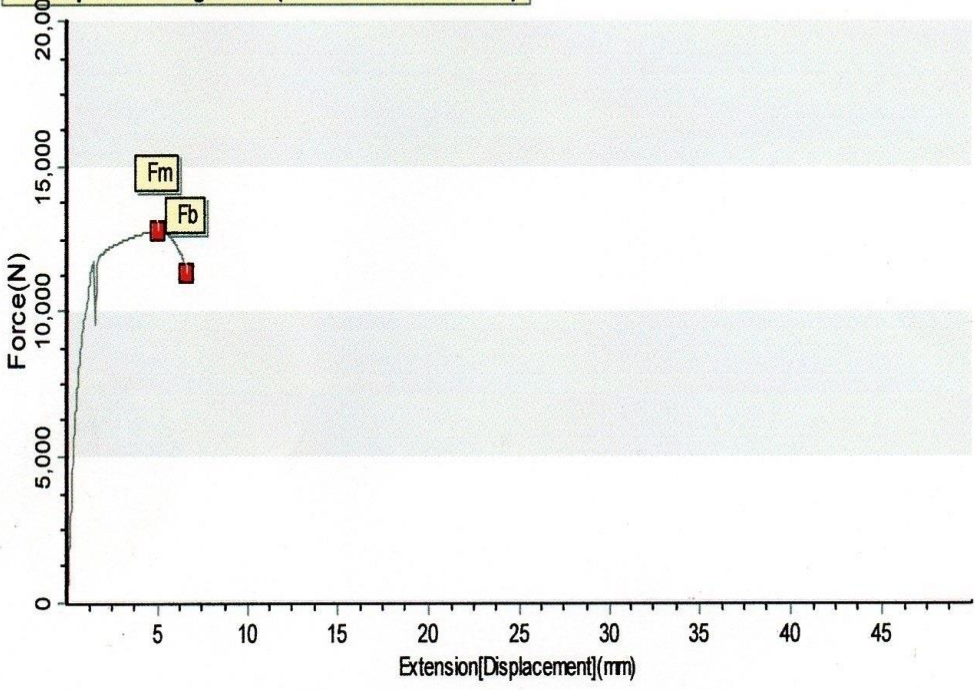


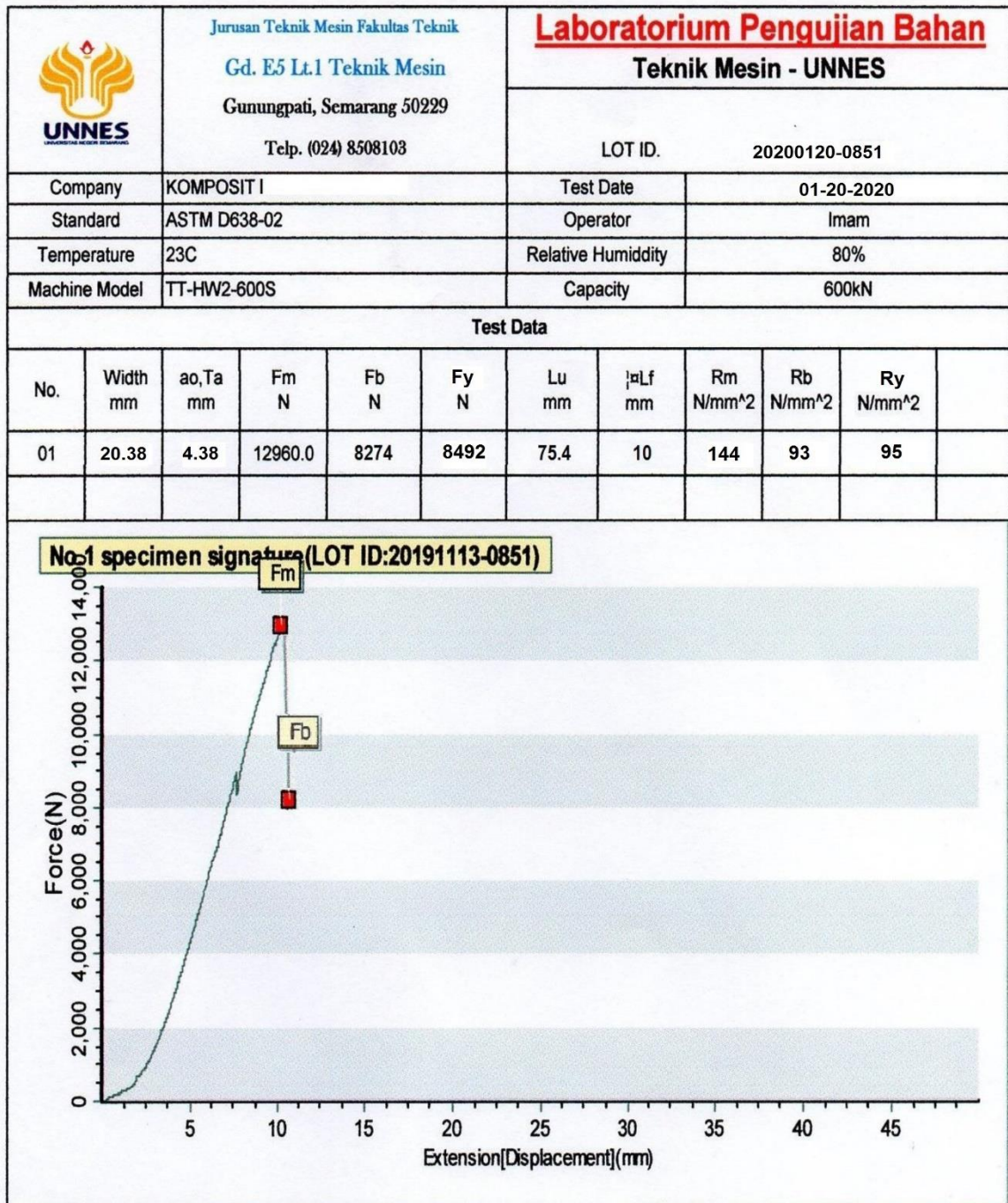


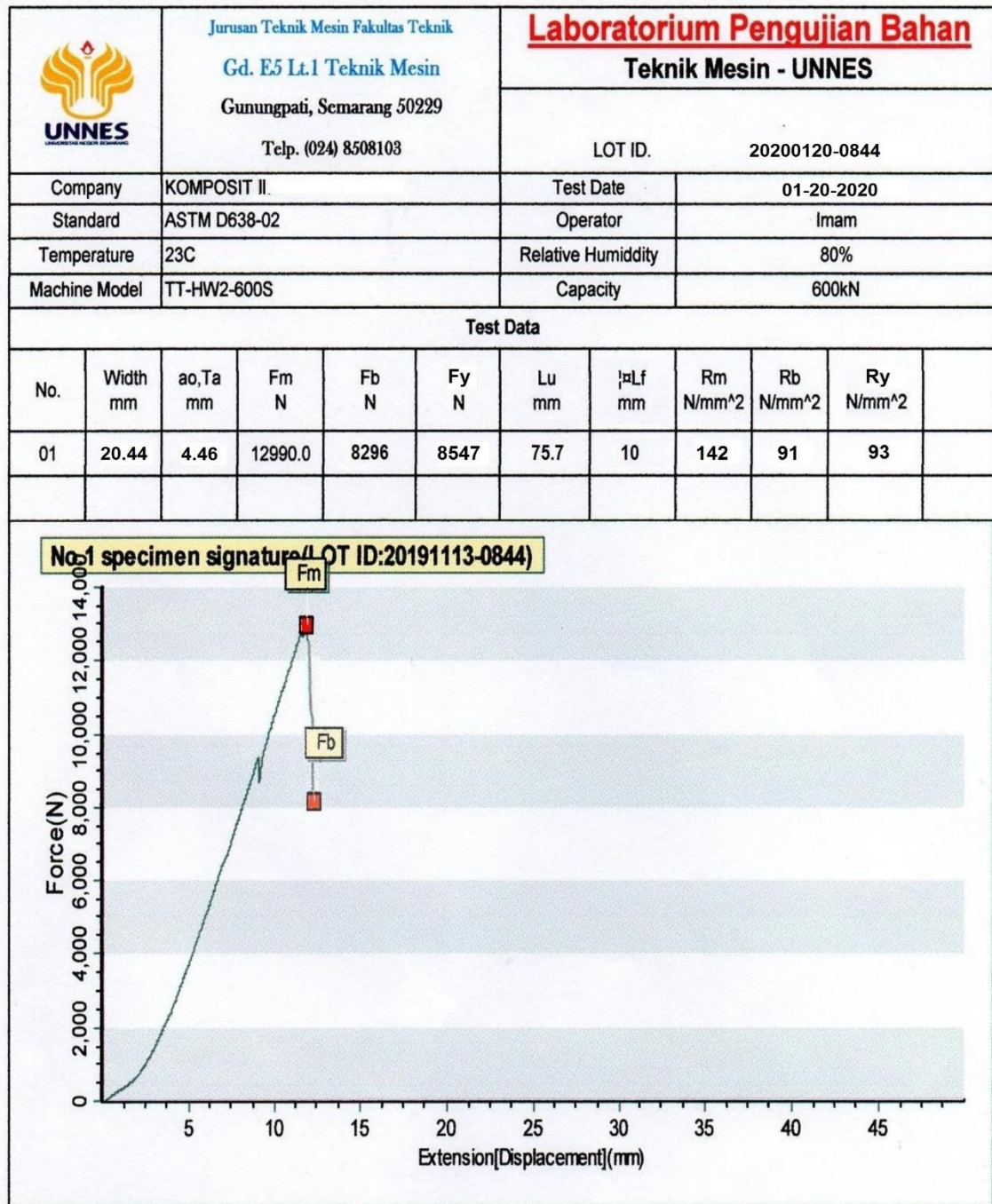
Lampiran 8 Data Hasil Pengujian Tarik Material Aluminium 6061


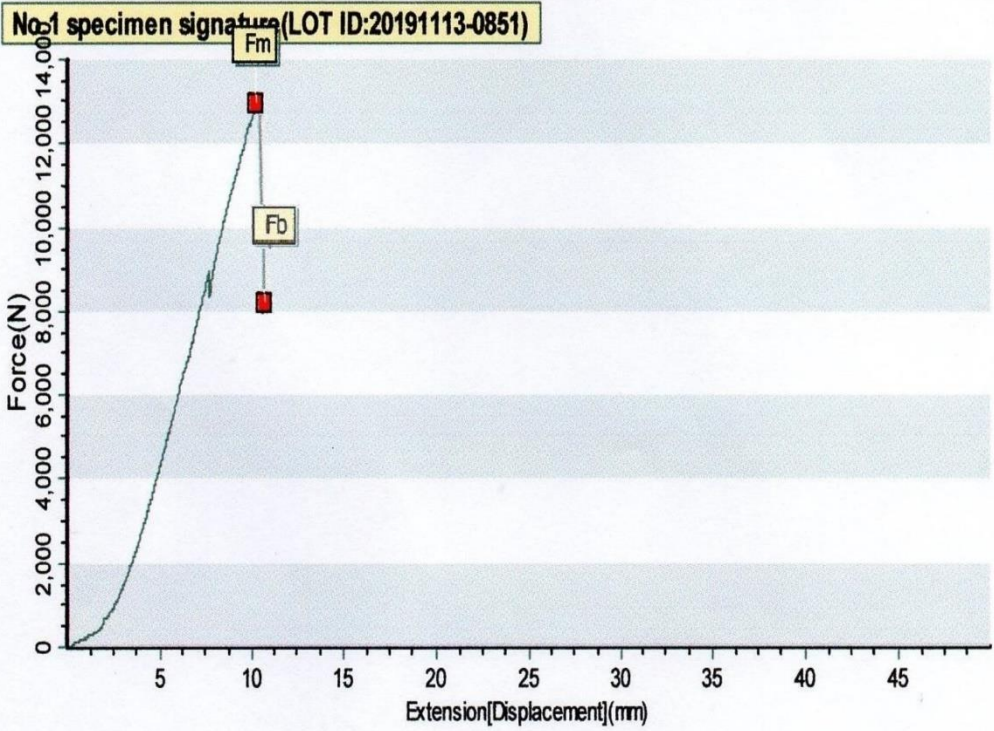




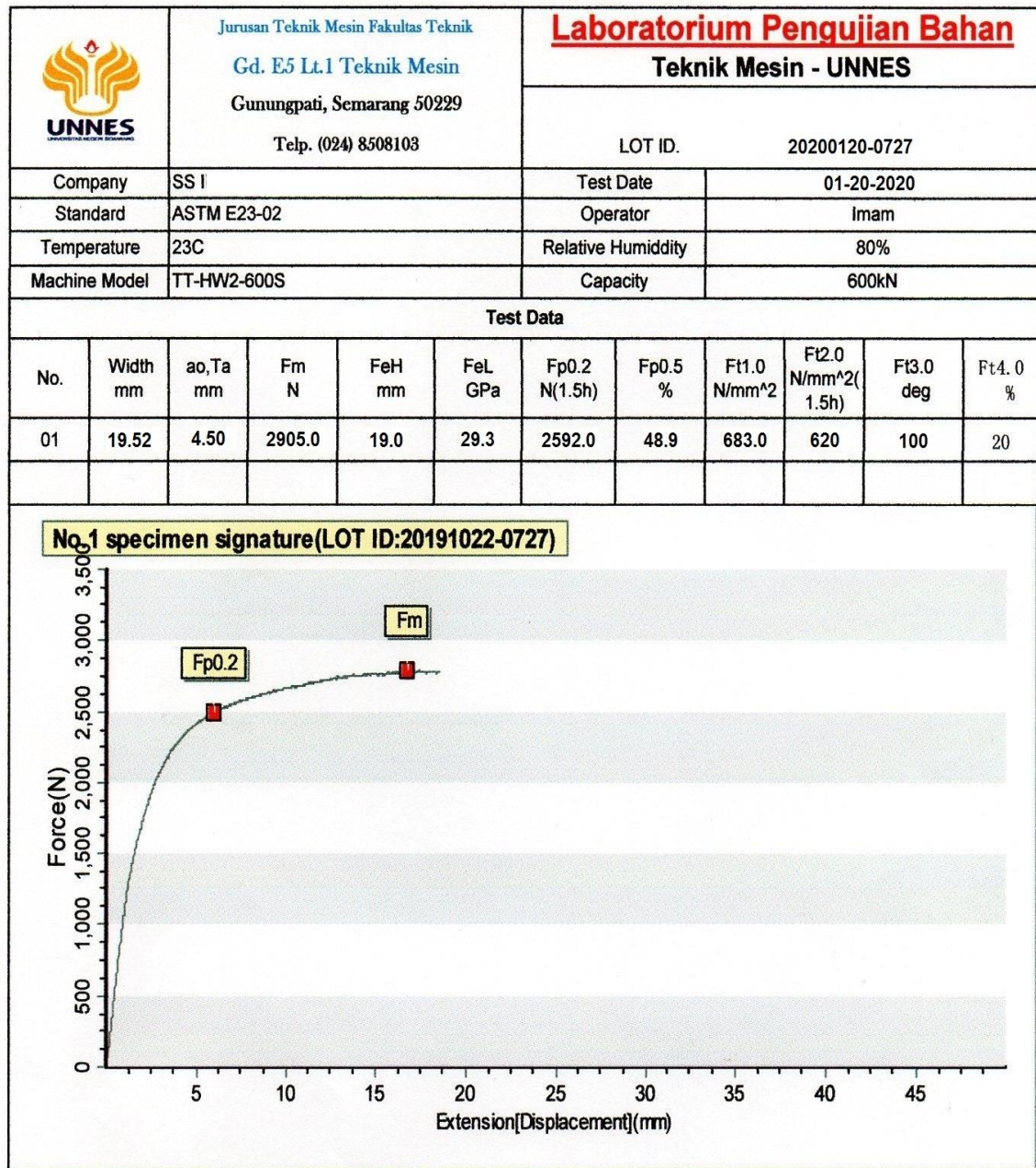
 UNNES	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Gd. E5 Lt.1 Teknik Mesin Gunungpati, Semarang 50229 Telp. (024) 8508103		Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin - UNNES								
			LOT ID. 20191022-665								
Company	AL III		Test Date		10-22-2019						
Standard	ASTM E8		Operator		Imam						
Temperature	23C		Relative Humidity		80%						
Machine Model	TT-HW2-600S		Capacity		600kN						
Test Data											
No.	Width mm	ao,Ta mm	Fm N	Fb N	Fy N	Lu mm	l ₀ mm	Rm N/mm ²	Rb N/mm ²	Ry N/mm ²	
01	20.00	3.00	12784.0	11560	10940	77.3	10	213	192	182	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"> No.1 specimen signature(LOT ID:20191022-0808) </div> 											

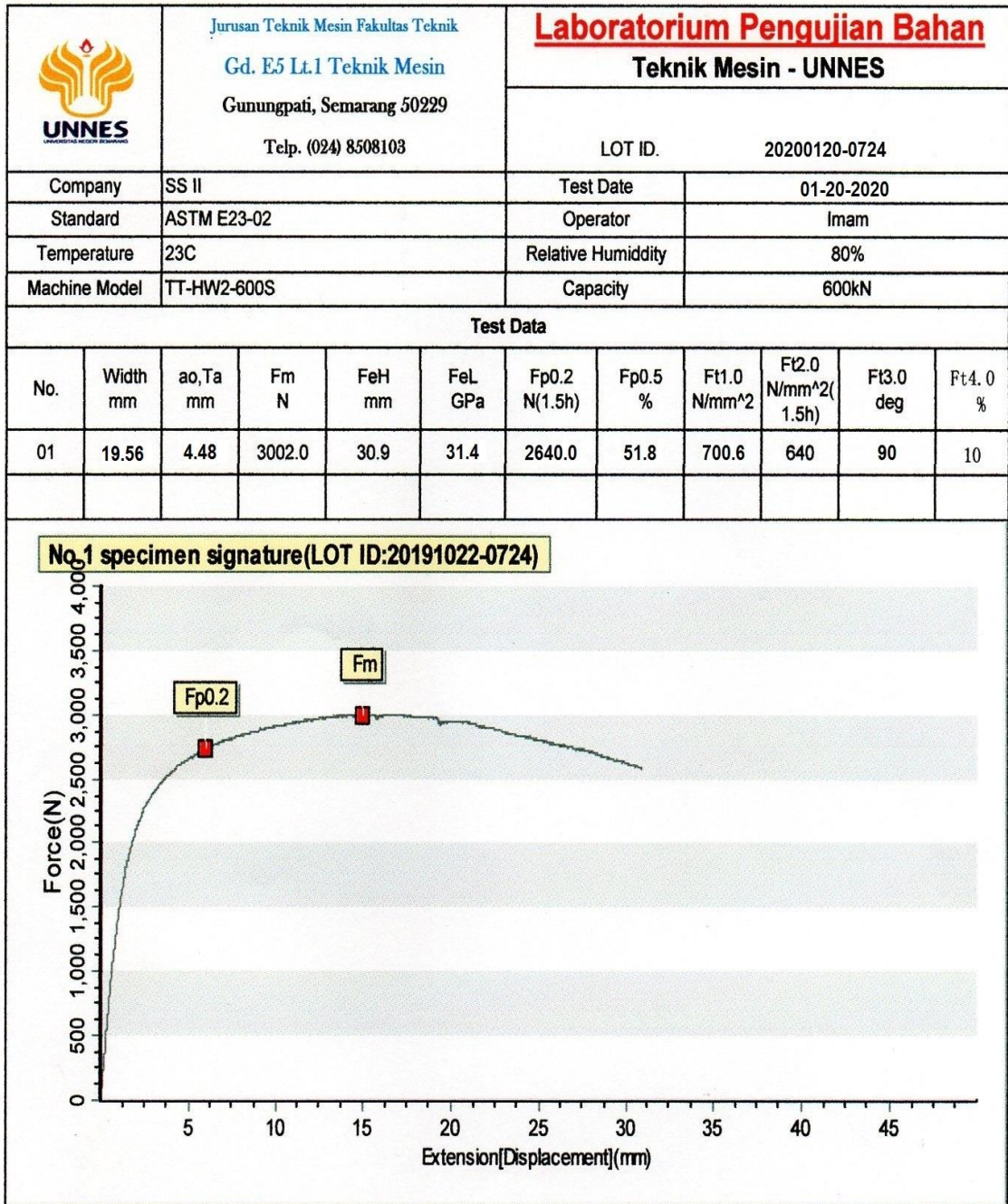
Lampiran 9 Data Hasil Pengujian Tarik Material Komposit *Fiberglass*


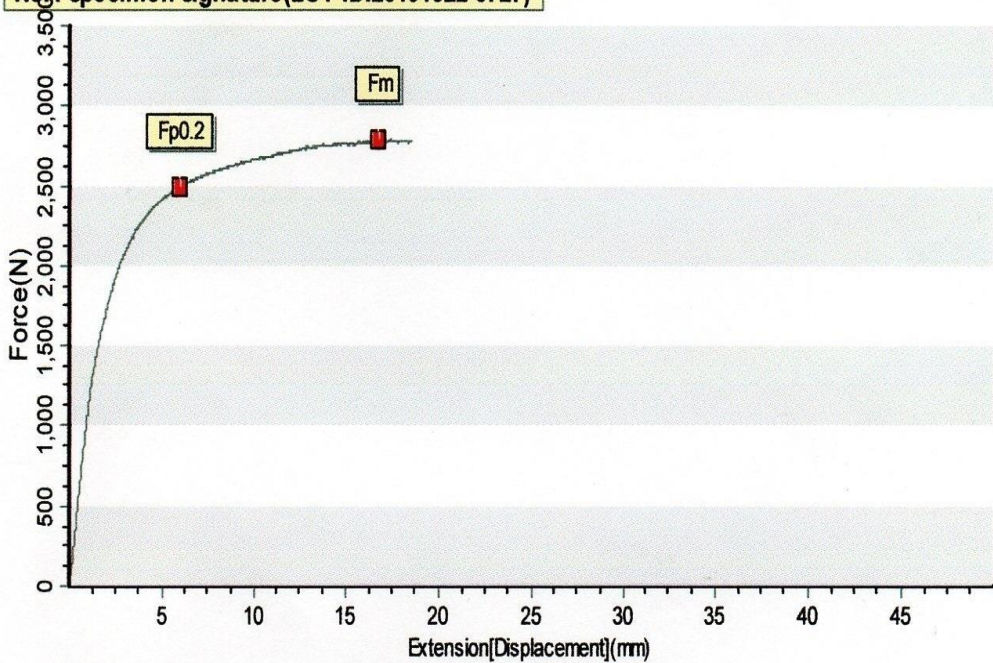


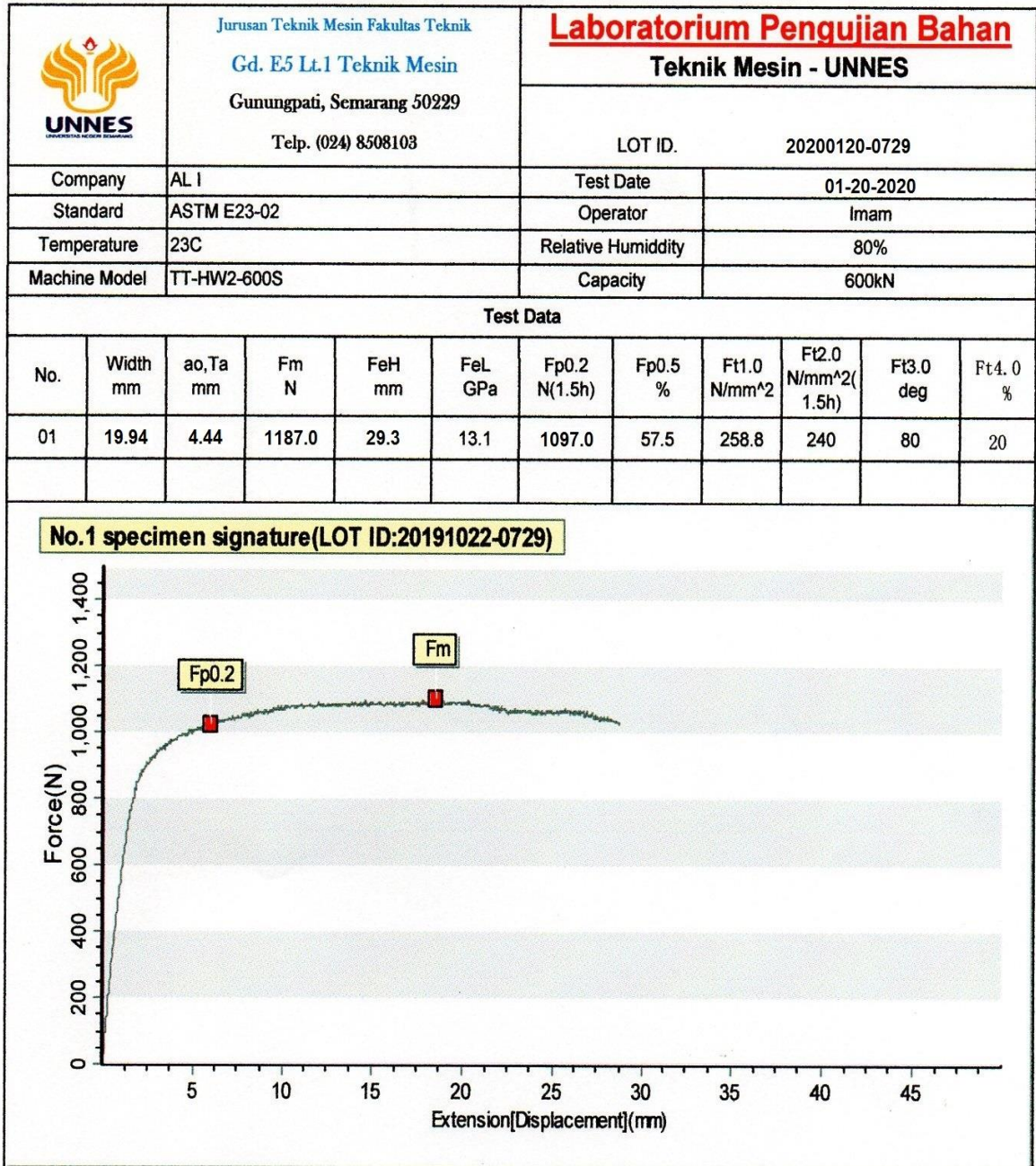
	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Gd. E5 Lt.1 Teknik Mesin Gunungpati, Semarang 50229 Telp. (024) 8508103		Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin - UNNES								
			LOT ID.		20191113-0677						
Company	KOMPOSIT III		Test Date	11-13-2019							
Standard	ASTM D638-02		Operator	Imam							
Temperature	23C		Relative Humidity	80%							
Machine Model	TT-HW2-600S		Capacity	600kN							
Test Data											
No.	Width mm	ao, Ta mm	Fm N	Fb N	Fy N	Lu mm	El mm	Rm N/mm ²	Rb N/mm ²	Ry N/mm ²	
01	20.00	4.00	13320.0	8572	8538	76	10	166	107	106	
<p>No.1 specimen signature (LOT ID:20191113-0851)</p>  <p>The graph plots Force (N) on the y-axis (0 to 14,000) against Extension [Displacement] (mm) on the x-axis (0 to 45). The curve shows an initial elastic region, followed by a yield point, and then a peak at approximately 10 mm extension and 13,320 N force (labeled Fm). After the peak, the force drops to a point labeled Fb at approximately 10 mm extension and 8,572 N force. The curve then continues to rise slightly before dropping again.</p>											

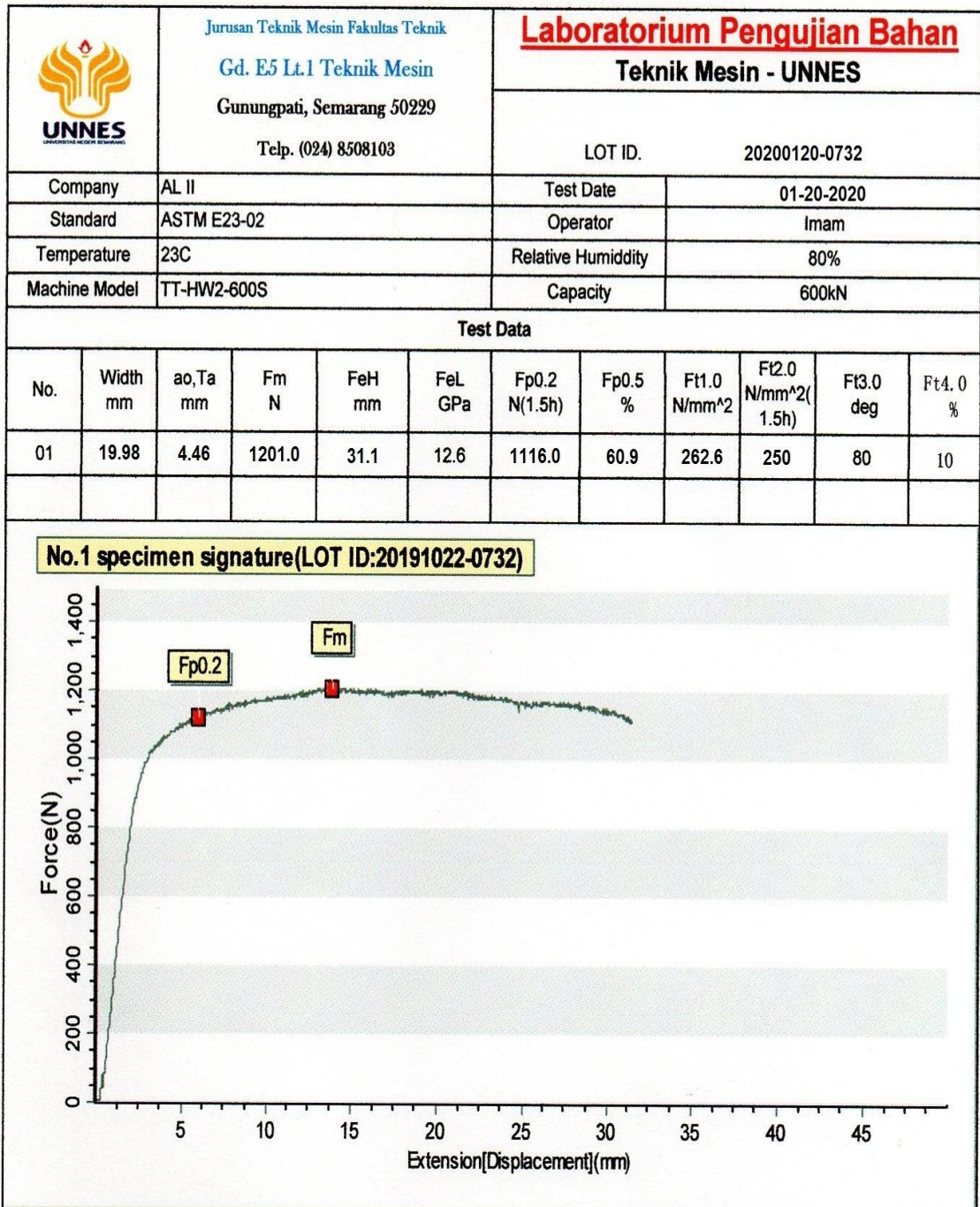
Lampiran 10 Data Hasil Pengujian *Bending* Material *Stainless Steel 304*

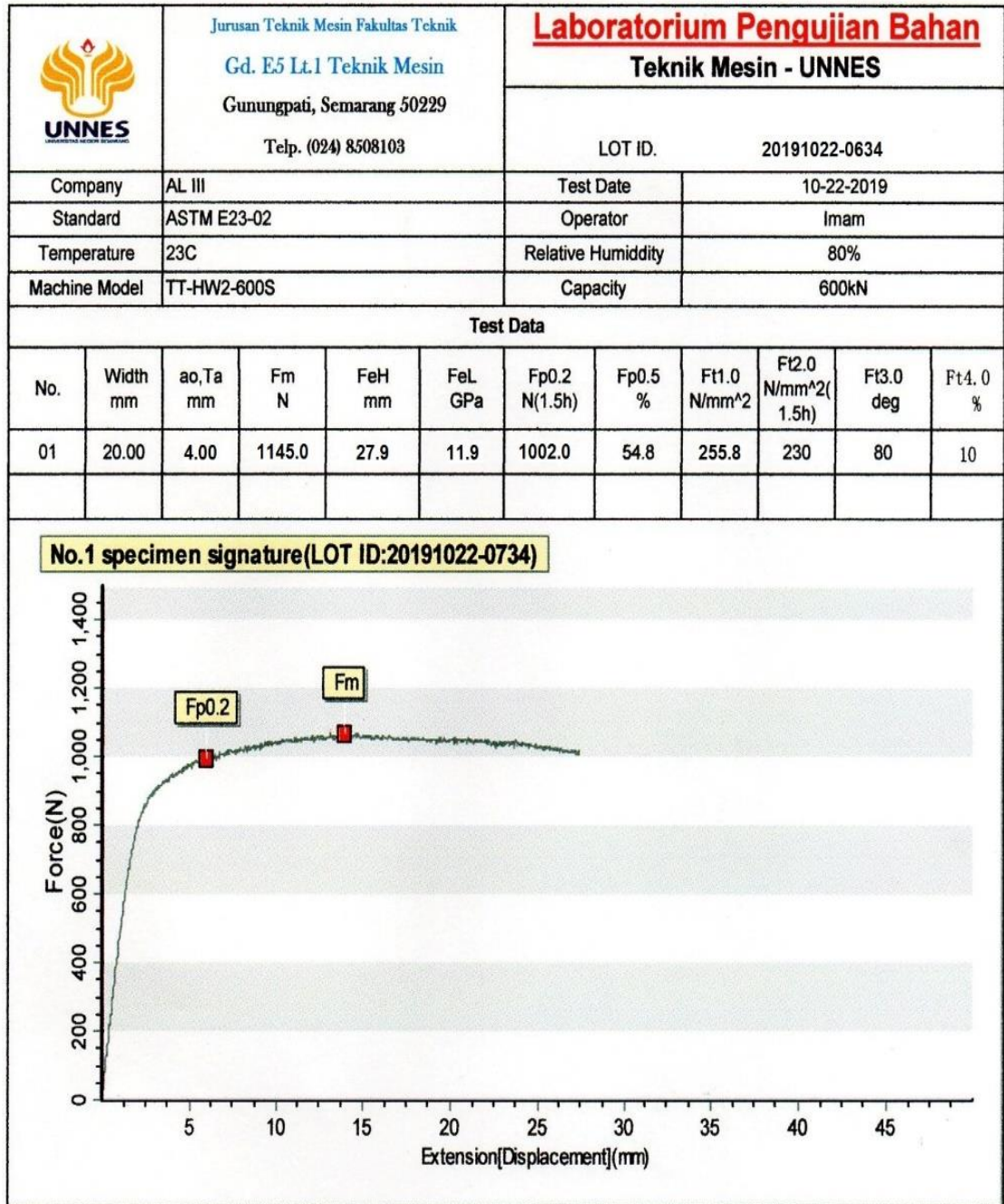




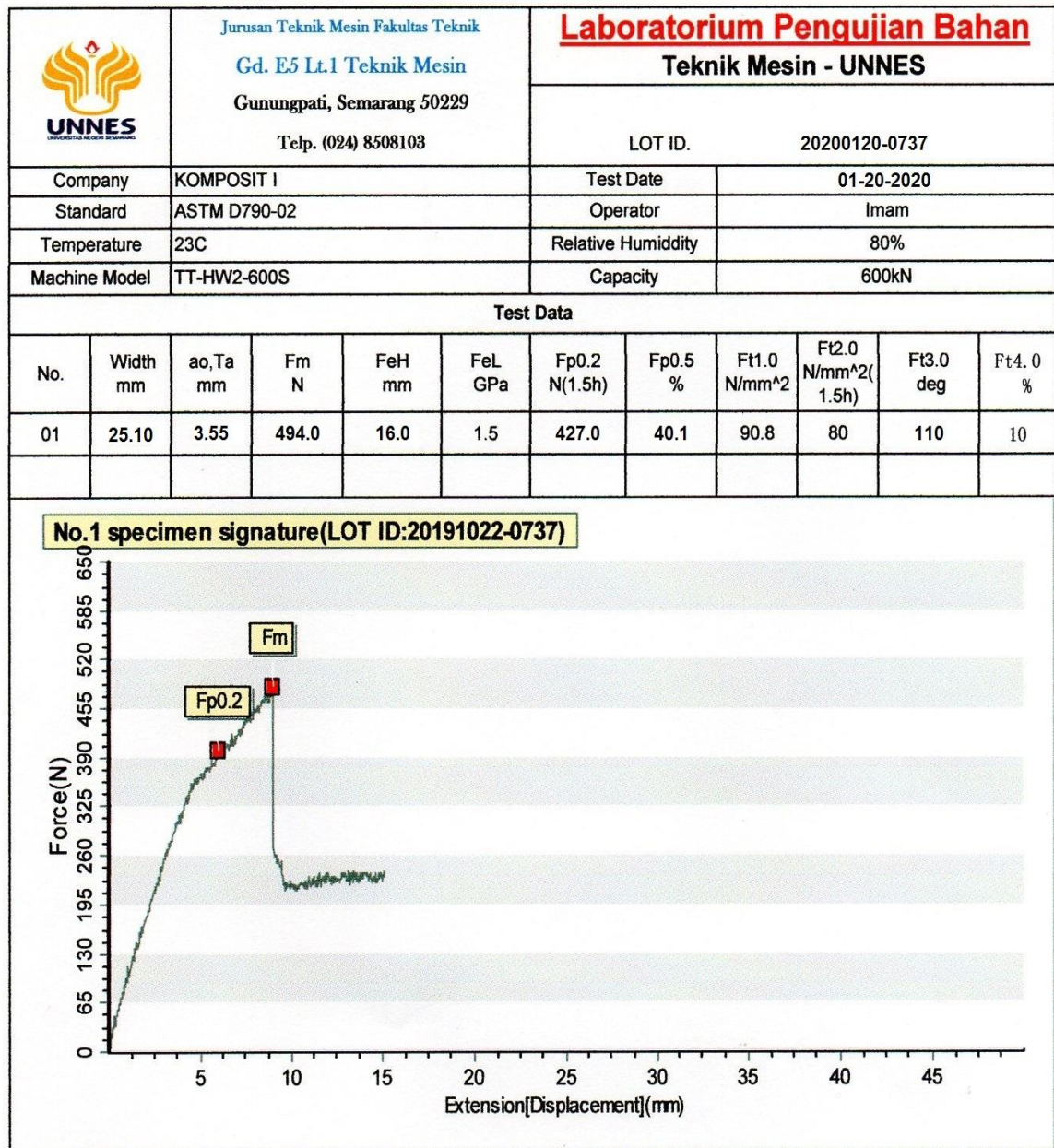
	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Gd. E5 Lt.1 Teknik Mesin Gunungpati, Semarang 50229 Telp. (024) 8508103		Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin - UNNES								
			LOT ID.		20191022-627						
Company	SS III		Test Date	10-22-2019							
Standard	ASTM E23-02		Operator	Imam							
Temperature	23C		Relative Humidity	80%							
Machine Model	TT-HW2-600S		Capacity	600kN							
Test Data											
No.	Width mm	ao, Ta mm	Fm N	FeH mm	FeL GPa	Fp0.2 N(1.5h)	Fp0.5 %	Ft1.0 N/mm ²	Ft2.0 N/mm ² (1.5h)	Ft3.0 deg	Ft4.0 %
01	20.00	4.00	2825.0	19.0	29.3	2592.0	48.9	683.0	620	100	20
No.1 specimen signature(LOT ID:20191022-0727)											
											

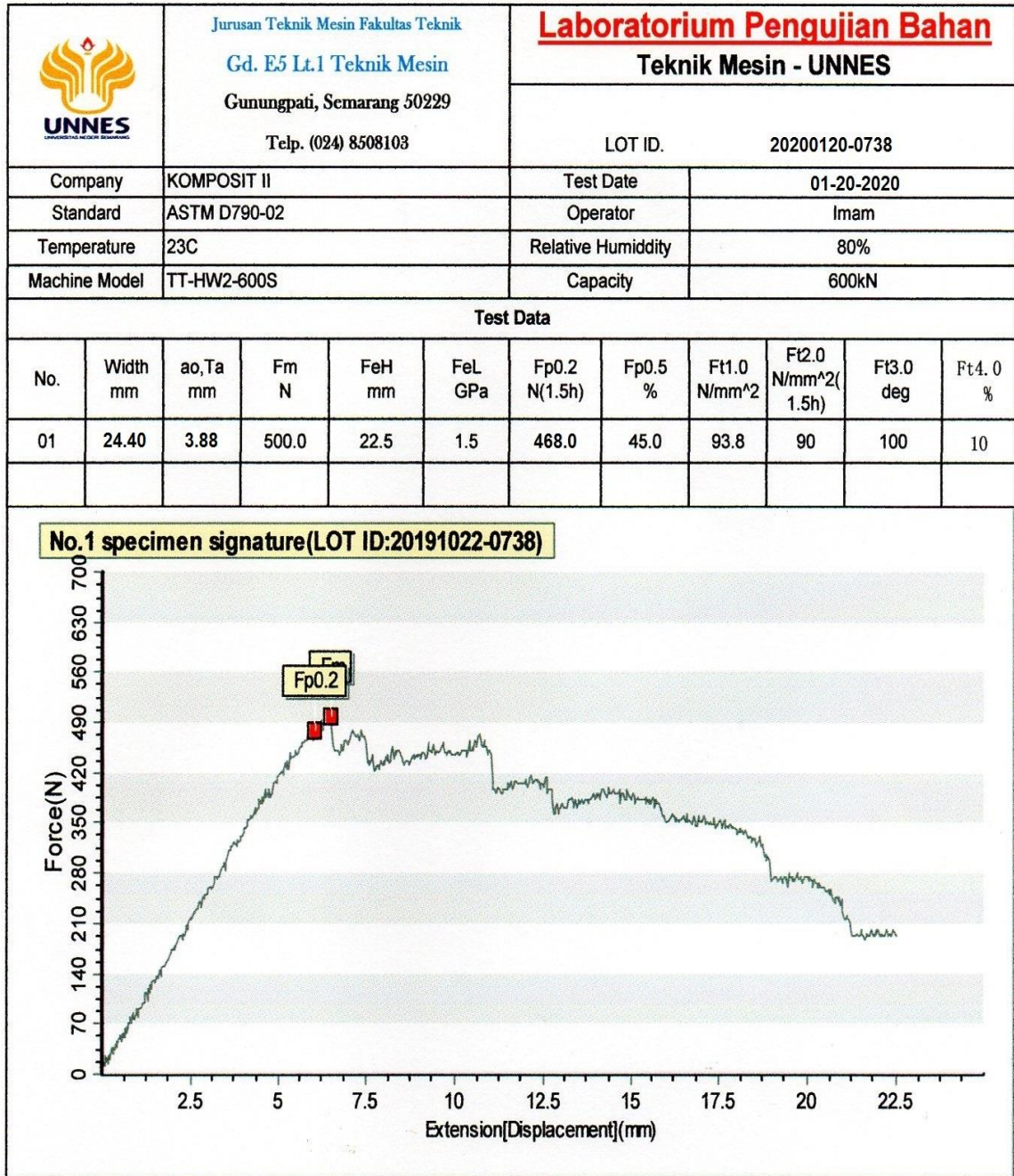
Lampiran 11 Data Hasil Pengujian *Bending* Material Aluminium 6061


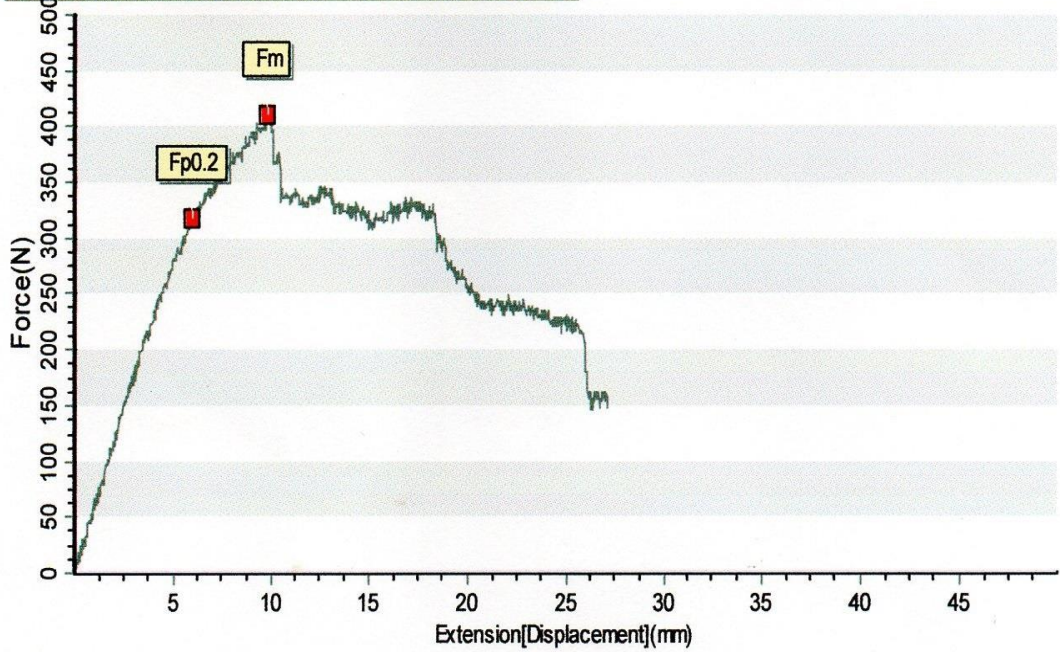




Lampiran 12 Data Hasil Pengujian *Bending* Material Komposit *Fiberglass*





	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Gd. E5 Lt.1 Teknik Mesin Gunungpati, Semarang 50229 Telp. (024) 8508103		Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin - UNNES									
			LOT ID.	20191022-641								
Company	KOMPOSIT III		Test Date	10-22-2019								
Standard	ASTM D790-02		Operator	Imam								
Temperature	23C		Relative Humidity	80%								
Machine Model	TT-HW2-600S		Capacity	600kN								
Test Data												
No.	Width mm	ao, Ta mm	Fm N	FeH mm	FeL GPa	Fp0.2 N(1.5h)	Fp0.5 %	Ft1.0 N/mm ²	Ft2.0 N/mm ² (1.5h)	Ft3.0 deg	Ft4.0 %	
01	25.00	3.00	428.0	27.1	1.0	332.0	54.3	86.9	70	90	10	
No.1 specimen signature (LOT ID:20191022-0741)												
												



POLITEKNIK MANUFAKTUR CEPER LABORATORIUM LOGAM CEPER

Batur, Tegalrejo, Ceper, Klaten 57465 - Jawa Tengah, Telp./Fax. (0272) 552968
Website : www.polmanceper.ac.id; E-mail : lab_polmanceper@yahoo.co.id

LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 43.2/UJI/SPMS/I/2020 Jenis Pengujian : Komposisi Kimia
Pelanggan : **Zulfikar Amir Rahman** Tanggal Diterima : 23 Januari 2020
NIM 521241501 Tanggal Pengujian : 30 Januari 2020
Univ. Negeri Semarang Program : Aluminium
Ket.Sampel : Langsung Produk
Hasil :

UNSUR	SAMPEL UJI	
	20/S103 (%)	Deviasi
Al	98,49	0,3420
Si	0,336	0,152
Fe	<0,0500	<0,0000
Cu	0,165	0,0170
Mn	<0,0200	<0,0000
Mg	<0,0500	<0,0000
Cr	0,200	0,118
Ni	0,301	0,0487
Zn	0,232	0,0062
Sn	<0,0500	<0,0000
Ti	<0,0100	<0,0000
Pb	<0,0300	<0,0000
Be	0,0002	0,0001
Ca	0,0032	0,0001
Sr	<0,0005	<0,0000
V	0,0215	0,0200
Zr	0,0382	0,0194

Laporan ini tidak boleh digandakan sebagian
Laporan pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji



Klaten, 30 Januari 2019

Manajer Teknik



Lutiyatmi, ST., MT.

Lampiran 14 Data Hasil Pengujian Komposisi Material *Stainless Steel*



POLITEKNIK MANUFAKTUR CEPER
LABORATORIUM LOGAM CEPER

Batur, Tegayrejo, Ceper, Klaten 57465 - Jawa Tengah, Telp./Fax. (0272) 552968
 Website : www.polmanceper.ac.id; E-mail : lab_polmanceper@yahoo.co.id



LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 43.1/UJI/SPUV/II/2020
 Jenis Pengujian : Komposisi Kimia
 Pelanggan : Zulfikar Amir Rahman
 Metode Pengujian : IK 5.4-1-1
 NIM 5212415011
 Grade : Fe_U_300
 Univ. Negeri Semarang
 Tanggal Diterima : 23 Januari 2020
 Tanggal Pengujian : 28 Januari 2020
 Ket. Sampel : Langsung produk
 Hasil :

UNSUR	SAMPEL UJI	
	20/S103 (%)	Standart Deviasi
Fe	68,8	0,321
C	0,0136	0,0060
Si	0,374	0,0304
Mn	1,18	0,100
P	0,0500	0,0275
S	0,0184	0,0127
Cr	18,1	0,655
Mo	<0,0050	0,0000
Ni	10,3	0,360
Al	0,0116	0,0090
Co	0,518	0,199
Cu	0,140	0,0399
Nb	0,140	0,0648
Ti	0,0321	0,0232
V	0,140	0,0284
W	<0,0250	0,0000
Pb	0,0429	0,0103

Laporan ini tidak boleh digandakan sebagian
 Laporan pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji



Klaten, 30 Januari 2020

Manajer Teknik



Lutiyatni, ST., MT.