



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Muhaimin
NRP	: 33212301013
Program Studi	: D3 Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan	: Rekayasa Mesin Dan
Industri Tahun Akademik	: 2025/2026

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **RANCANG BANGUN ALAT BENDING ACRYLIC 2MM DENGAN PENAMBAHAN SISTEM PENEKUK SUDUT** adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan di proses sesuai dengan penentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Sampang, 29 Juli 2026

Yang menyatakan,



MUHAIMIN
NRP. 33212301013

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Bending Acrylic 2mm Dengan Penambahan Sistem
Penekuk Sudut
Penulis : Muhaimin
NRP : 33212301013
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Seminar Hasil Tugas Akhir.

Ditandatangani di Sampang,

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Abdul Hamid 'S.Si./M.Si.
NIP. 198805172019031012



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIP. 197705222021211005

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Mesin Alat Berat

Koordinator TA
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIP. 197705222021211005



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIP. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT BENDING ACRYLIC 2MM DENGAN PENAMBAHAN SISTEM PENEKUK SUDUT

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md. T.)

Pada

Jurusan Teknik Rekayasa Mesin Dan Industri Politeknik
Negeri Madura

Oleh :

Muhaimin

NRP 33212301013

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 29 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Abdul Hamid, S.Si., M.Si..... (Pembimbing I)
2. Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T..... (Pembimbing II)
3. Lukman Hadiwijaya, S.T., M.T..... (Penguji I)
4. Auliana Diah Wilujeng, S.T., M. T..... (Penguji II)
5. Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. (Penguji III)

Sampang, 29 Juli 2026

**RANCANG BANGUN ALAT BENDING ACRYLIC 2 MM
DENGAN PENAMBAHAN SISTEM PENEKUK SUDUT**

Nama : Muhaimin
NRP : 33212301013
Pembimbing I : Abdul Hamid, S.Si., M.Si.
Pembimbing II : Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.

ABSTRAK

Akrilik merupakan material termoplastik yang mudah dibentuk melalui proses pemanasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji alat bending akrilik berketebalan 2 mm dengan penambahan sistem penekuk sudut. Pengujian dilakukan pada variasi sudut 45° , 60° , dan 90° dengan waktu pemanasan berturut-turut 30 detik, 45 detik, dan 60 detik. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata sudut sebesar $44,84^\circ$, $60,00^\circ$, dan $89,86^\circ$, dengan persentase kesalahan masing-masing sebesar 0,36%, 0%, dan 0,16%. Waktu pemanasan 45 detik pada pembentukan sudut 60° menghasilkan sudut yang paling mendekati target, sedangkan waktu pemanasan 30 detik pada sudut 45° belum mampu melunakkan akrilik secara optimal sehingga pembentukan sudut masih kurang sempurna. Sementara itu, waktu pemanasan 60 detik pada sudut 90° menyebabkan akrilik menjadi terlalu lunak sehingga terjadi springback setelah proses pembentukan. Berdasarkan perhitungan teoritis menggunakan radius tekukan R2 mm, diperoleh panjang akhir akrilik setelah proses bending sebesar 101,14 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu menghasilkan proses bending akrilik berketebalan 2 mm dengan tingkat ketelitian yang baik.



Kata kunci: Bending, Akrilik, Penekuk sudut, Alat bantu. Elemen pemanas

***DESIGN AND DEVELOPMENT OF A 2 MM ACRYLIC
BENDING MACHINE WITH THE ADDITION OF AN
ANGLE BENDING SYSTEM***

Name	: Muhaimin
NRP	: 33212301013
Supervisor I	: Abdul Hamid, S.Sc., M.Sc.
Supervisor II	: Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.

ABSTRACT

Acrylic is a thermoplastic material that can be easily formed through a heating process. This study aimed to design, manufacture, and evaluate an acrylic bending machine for 2 mm thick acrylic equipped with an angle bending system. Tests were conducted at bending angles of 45°, 60°, and 90° using heating times of 30 seconds, 45 seconds, and 60 seconds, respectively. The average bending angles obtained were 44.84°, 60.00°, and 89.86°, with percentage errors of 0.36%, 0%, and 0.16%, respectively. A heating time of 45 seconds for the 60° bending test produced the angle closest to the target, while 30 seconds for the 45° bending test was insufficient because the acrylic had not softened optimally. Meanwhile, a heating time of 60 seconds for the 90° bending test caused the acrylic to become overly soft, resulting in springback after the bending process. Based on theoretical calculations using an R2 mm bending radius, the final acrylic length after bending was 101.14 mm. The results indicate that the developed bending machine is capable of producing accurate bending for 2 mm thick acrylic.

Keywords: *Bending, Acrylic Sheet (PMMA), Angle Bender, Assistive Tool, heating element*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul *“Rancang Bangun Alat Bending Acrylic 2 mm dengan Penambahan Sistem Penekuk Sudut”*

Terwujudnya proposal tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Ibu Laily Ulfyah, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. Yth. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Prodi D3 Teknik Mesin Alat Berat yang telah memberikan semangat, motivasi serta dukungan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
3. Yth. Bapak Amin Jakfar, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan.
4. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura.
5. Yth Abdul Hamid S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang senantiasa memberikan kritik, saran dan masukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

6. Yth Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang senantiasa memberikan kritik, saran dan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.
8. Kepada keluarga Ibu dan Ayah. Terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih sayang yang telah diberikan kepada saya.
9. Teman-teman Teknik Mesin Alat Berat atas dukungannya dan saran yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan-perbaikan ke depan. Aamiin Yaa Rabbal Alaamiin.

Sampang, 20 Januari 2026



Muhaimin
NRP :33212301013

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Alat Bending Akrilik di Pasaran	7
2.2.1 Acrylic bending machine model solder.....	7
2.3 Pengertian bending	8
2.3.1 Angle bending.....	8
2.4 Definisi dan Karakteristik Bahan Akrilik.....	8
2.4.1 Akrilik dengan ketebalan 2 mm	9
2.5 Kawat neklin (nichrome)	10
2.6 Power supply	10
BAB III METODOLOGI	13
3.1 Diagram Alir.....	13
3.2 Alat dan Bahan	14

3.2.1	Alat	14
3.2.2	Bahan	14
3.3	Prosedur Pembuatan	14
3.4	Desain Gambar 3 Dimensi	15
3.5	Desain Gambar 2 Dimensi	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Spesifikasi alat	17
4.2	Proses Pembuatan Alat	17
4.3	Pembuatan Rangka	17
4.4	Pembuatan Dudukan Heater	19
4.5	Pemasangan kawat nikelin	20
4.6	Pemasangan sistem penekuk	21
4.7	Hasil Pengujian Alat	22
4.7.1	Mekanisme Kerja Alat	22
4.8	Hasil Perancangan Alat	25
4.9	Pengujian Variasi Sudut	26
4.9.1	Hasil Pengujian Variasi Sudut 45°	27
4.9.2	Pengujian Variasi Sudut 60°	28
4.9.3	Pengujian Variasi Sudut 90°	30
4.9.4	Rekapitulasi Hasil Pengujian	31
4.10	Perhitungan Ukuran Akhir Akrilik Setelah Proses Bending 31	
4.11	Pembahasan	33
4.12	Perbandingan Alat Yang Dibuat Dengan Alat Yang Ada Dipasaran	34
BAB V PENUTUP		35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36
BIODATA PENULIS		38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Acrylic bending machine model solder.....	7
Gambar 2. 2 Akrilik 2mm	8
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	13
Gambar 3. 2 Desain 3 Dimensi.....	15
Gambar 3. 3 Desain 2 Dimensi.....	16
Gambar 4. 2 Proses Pembuatan Rangka	19
Gambar 4. 3 dudukan heater.....	20
Gambar 4.4 pemasangan kawat nikelin	21
Gambar 4. 5 pemasangan sistem penekuk	22
Gambar 4. 6 Proses awal mekanisme alat	23
Gambar 4. 7 saklar on of.....	24
Gambar 4. 8 Proses Bending Akrilik	25
Gambar 4. 9 Hasil Perancangan Alat	26
Gambar 4. 10 Proses Pengujian Variasi Sudut 45°	27
Gambar 4. 11Pengukuran Sudut Hasil Penekukan 45°	28
Gambar 4. 12 Proses Pengujian Variasi Sudut 60°	29
Gambar 4. 13 Pengukuran Sudut Hasil Penekukan 60°	29
Gambar 4. 14 Proses Pengujian Variasi Sudut 90°	30
Gambar 4. 15 Hasil bending sudut 90°	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 penelitian sebelumnya Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Alat bending akrilik ketebalan 2mm yang tepat pernah di lakukan, tiga di antaranya dapat di lihat pada tabel 2.1.	5
Tabel 4. 1 Spesifikasi alat.....	17
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Variasi Sudut 45°	28
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Variasi Sudut 60°	29
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Variasi Sudut 90°	31
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akrilik atau *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) merupakan material termoplastik yang banyak digunakan dalam industri reklame, furnitur, dan peralatan penunjang karena memiliki transparansi tinggi, massa jenis rendah, serta mudah dibentuk melalui proses pemanasan. Salah satu metode pembentukan akrilik yang umum digunakan adalah proses *hot bending*, yaitu pembengkokan material setelah dipanaskan hingga mencapai kondisi plastis [1]. Namun, dalam praktik di industri dan bengkel kerja, proses bending akrilik masih sering dilakukan secara manual dengan sumber panas yang tidak terkontrol. Metode tersebut menyebabkan distribusi panas yang tidak merata, ketidaktepatan sudut tekuk, serta ketidakkonsistenan hasil apabila proses penekukan dilakukan berulang kali dengan sudut yang sama. Selain itu, pemanasan yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan penurunan kualitas permukaan akrilik, seperti timbulnya gelembung, perubahan warna, atau deformasi. Permasalahan ini menjadi semakin signifikan pada material akrilik dengan ketebalan tipis, khususnya akrilik berketebalan 2 mm, yang sangat sensitif terhadap perubahan temperatur selama proses pemanasan [2].

Selain faktor pemanasan, ketepatan sudut penekukan juga berperan penting dalam menentukan kualitas hasil bending akrilik. Evaluasi unjuk kerja mesin roll akrilik menunjukkan bahwa ketidaktepatan mekanisme penekukan dapat menyebabkan deviasi sudut yang cukup besar meskipun suhu pemanasan telah berada pada rentang optimal [3]. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan proses bending akrilik tidak hanya ditentukan oleh sistem pemanas, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh desain mekanisme penekuk sudut yang

presisi, stabil, dan mampu menghasilkan sudut tekuk yang konsisten.

Nugraha *et al.* melakukan penelitian dengan merancang mesin pemanas akrilik tipe turbular. pengujian pada bending akrilik tebal 10 mm menunjukkan bahwa pada temperatur 140 °C (bagian bawah) dan 125 °C (bagian atas), proses bending dapat dilakukan namun masih terjadi keretakan pada permukaan. Pada temperatur yang lebih tinggi, yaitu 160 °C dan 143 °C, muncul cacat berupa porositas akibat gas terperangkap karena pemanasan mendekati titik leleh akrilik. Sementara itu, pada temperatur 150 °C di bagian bawah dan 133 °C di bagian atas, akrilik dapat dibentuk dengan sempurna tanpa cacat. menunjukkan bahwa kualitas hasil bending akrilik sangat dipengaruhi oleh kestabilan temperatur pemanasan dan waktu pemanasan. suhu pemanasan yang terlalu rendah menyebabkan akrilik tidak melunak secara optimal, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas permukaan serta kekuatan mekanik material [4]. Oleh karena itu, penggunaan sistem pemanas listrik yang stabil dan terkontrol menjadi aspek penting dalam perancangan alat bending akrilik

Prasojo *et al.* melakukan penelitian dengan merancang alat penekuk akrilik yang dilengkapi sistem pengaturan suhu terkontrol serta mekanisme penekukan sudut otomatis. alat tersebut menggunakan aktuator motor DC yang dikombinasikan dengan sistem kendali berbasis logika untuk menghasilkan sudut tekuk sesuai nilai yang telah dimasukkan sebelumnya. Sistem penekuk dirancang untuk membentuk material mika akrilik pada variasi 30°, 45°, 60°, dan 90° serta memanaskan material sesuai suhu set point berdasarkan ketebalan akrilik. Perbedaan ketebalan berpengaruh terhadap suhu pemanasan, di mana semakin tebal akrilik maka suhu yang dibutuhkan semakin tinggi. Hasil pengujian menunjukkan

kondisi optimum tanpa kerusakan, yaitu akrilik tebal 1 mm pada suhu 110 °C selama 8,47 menit, tebal 2 mm pada suhu 115 °C selama 9,10 menit, dan tebal 3 mm pada suhu 120 °C selama 9,29 menit..[5]

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu rancang bangun alat bending akrilik dengan penambahan sistem penekuk sudut yang mampu menghasilkan sudut pembengkokan sesuai kebutuhan secara presisi. Integrasi antara sistem pemanas terkontrol dan mekanisme penekuk sudut diharapkan dapat meningkatkan konsistensi hasil bending, kualitas permukaan akrilik, khususnya untuk akrilik dengan ketebalan 2 mm.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang ada pada latar belakang, maka rumusan masalah yang diberlakukan penulis pada penelitian tugas akhir ini adalah “Bagaimana rancang bangun alat bending akrilik dengan penambahan sistem penekuk sudut?”

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan ruang lingkup masalah yang ingin dibatasi oleh penulis, oleh karena itu batasan masalah diperlukan supaya penulis bisa memberikan hasil yang maksimal adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah akrilik dengan ketebalan 2 mm.
2. Hasil yang diamati sudut bending yang divariasikan 45°, 60°, dan 90°

1.4 Tujuan

Dengan demikian tujuan penelitian tugas akhir yang ingin dicapai yaitu “Untuk merancang serta membangun alat bending akrilik dengan penambahan sistem penekuk sudut”

1.5 Manfaat

Manfaat dari pembuatan alat bending akrilik ini adalah:

1. Menjadi referensi bagi mahasiswa atau pelaku industri kecil dalam pembuatan alat bending akrilik umkm.
2. Manfaat untuk umkm selain itu dapat menjadi sarana untuk mahasiswa untuk memulai wirausaha

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada tahap awal penelitian dilakukan beberapa studi literatur sebagai acuan penulis merancang dan membuat Pembuatan Alat bending akrilik ketebalan 2mm”. Studi literatur yang dilakukan berupa metode penelitian yang sudah pernah dibuat penulis sebelumnya. Terdapat 4 studi literatur pada tabel 2.1 yaitu:

Tabel 2. 1 penelitian sebelumnya Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Alat bending akrilik ketebalan 2mm yang tepat pernah dilakukan, tiga di antaranya dapat dilihat pada tabel 2.1.

NO	Judul penelitian	hasil penelitian	Penulis
1.	Pengujian Bending Akrilik pada Mesin Pemanas Akrilik Tubular	menunjukkan bahwa temperatur dan waktu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap kualitas bending akrilik. Temperatur optimal berada pada kisaran 140–160 °C, sedangkan waktu pemanasan yang tidak tepat dapat menyebabkan bending tidak sempurna atau penurunan kualitas material, khususnya pada akrilik ketebalan 2 mm.	Nugraha,N. ,(2024)[6]
2.	Daya Tarik Estetika dan Ketahanan dalam Desain Produk	Penelitian menunjukkan bahwa integrasi estetika, kekuatan material, dan fungsi penggunaan melalui pendekatan	Arviansyah, S. M. (2025).[7]

	Akrilik di Kreasi Group	desain berbasis material menghasilkan produk akrilik yang fungsional, menarik, dan memiliki daya tahan yang baik.	
3.	Evaluasi Unjuk Kerja Mesin Roll Akrilik	Penelitian menyimpulkan bahwa variasi temperatur pemanasan dan jarak antar roll sangat memengaruhi hasil bending akrilik. Pada temperatur yang terlalu rendah, akrilik tidak mengalami deformasi sempurna, sedangkan pada temperatur terlalu tinggi terjadi penurunan kualitas permukaan. Untuk ketebalan tipis, termasuk 2 mm, kestabilan suhu dan keseragaman distribusi panas menjadi faktor dominan dalam menghasilkan sudut bending yang akurat dan meminimalkan cacat bentuk.	Amin, A.(2022) [8]
4	Alat Penekuk Akrilik dengan Pengaturan Suhu Terintegrasi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan waktu pemanasan yang tepat untuk berbagai ketebalan akrilik berperan penting dalam mencegah terjadinya kerusakan material selama proses penekukan. Selain itu,	Prasojo, B. 2021 [5]

		penerapan metode kendali suhu terintegrasi, seperti pengendali PID, terbukti mampu meningkatkan kestabilan proses pemanasan dan ketepatan sudut bending, sehingga menghasilkan kualitas penekukan yang lebih konsisten.	
--	--	---	--

2.2 Alat Bending Akrilik di Pasaran

Saat ini alat bending akrilik sudah terdapat di pasaran, baik pasaran di dalam negeri maupun diluar negeri. Berikut ini beberapa deskripsi alat bending akrilik yang terdapat di pasaran.

2.2.1 Acrylic bending machine model solder

Alat memiliki bentuk seperti solder bertangkai kayu yang memiliki penjepit berbentuk sumpit memiliki dimensi 43,5mm x 95mm x 2mm dengan konsumsi tegangan sebesar 220v. Kemampuan dari alat ini adalah mampu menekuk akrilik dengan ketebalan 2-4mm, dan lebar 95mm. Cara kerja alat adalah dengan mensejajarkan sisi akrilik yang akan ditekuk pada penjepit berbentuk sumpit. Sisi pada sumpit akan memanaskan, setelah sisi akrilik mencapai kondisi thermoplastis akrilik ditekuk dan didiamkan hingga kembali kesuhu ruang. Alat ini dijual dengan kisaran harga Rp 1.008.750, Jenis acrylic bending machine model solder ditunjukkan pada gambar 2-2



Gambar 2. 1 Acrylic bending machine model solder

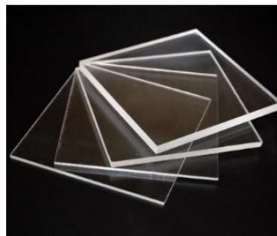
2.3 Pengertian bending

Bending merupakan proses pengerjaan material dengan cara memberikan gaya atau tekanan pada bagian tertentu sehingga material mengalami deformasi plastis dan membentuk sudut atau lengkungan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Proses bending dilakukan tanpa menghilangkan material, melainkan dengan mengubah geometri material akibat pembebanan yang diberikan pada material termoplastik seperti akrilik, proses bending umumnya dilakukan setelah material dipanaskan hingga mencapai kondisi lunak. Pemanasan ini bertujuan agar deformasi dapat terjadi secara optimal tanpa menimbulkan kerusakan struktural, seperti retak atau patah pada material

2.3.1 Angle bending

Angle bending merupakan proses pembentukan plat dengan cara menekuk bagian tertentu dari material untuk memperoleh sudut tekuk sesuai dengan desain yang diinginkan. Pada proses ini, material ditekuk pada satu garis bending sehingga menghasilkan sudut tertentu, seperti sudut siku (90°) maupun sudut lancip. Selain membentuk sudut, angle bending juga dapat menghasilkan profil tertentu, seperti bentuk huruf L, V, dan U, tergantung pada konfigurasi alat serta sudut penekukan yang diterapkan [6].

2.4 Definisi dan Karakteristik Bahan Akrilik



Gambar 2. 2 Akrilik 2mm

Akrilik atau *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) merupakan material termoplastik transparan yang banyak digunakan dalam bidang manufaktur dan rekayasa produk sebagai pengganti kaca. Material ini memiliki massa jenis yang lebih ringan, ketahanan benturan yang baik, serta tingkat kejernihan optik yang tinggi. PMMA termasuk material termoplastik yang mengalami pelunakan ketika dipanaskan hingga temperatur tertentu dan akan kembali mengeras setelah proses pendinginan tanpa mengalami perubahan struktur kimia permanen. sifat tersebut menjadikan akrilik sangat sesuai untuk proses pembentukan melalui metode pemanasan, seperti bending atau penekukan. Secara mekanik, akrilik memiliki kekuatan tarik dan kekakuan yang cukup baik, namun bersifat getas pada suhu ruang sehingga rentan mengalami retak apabila ditekuk tanpa proses pemanasan terlebih dahulu [3]. Oleh karena itu, proses pembentukan akrilik harus dilakukan pada kondisi termoplastis agar material dapat dibentuk secara aman dan presisi.

2.4.1 Akrilik dengan ketebalan 2 mm

Ketebalan material akrilik berpengaruh signifikan terhadap kebutuhan suhu dan waktu pemanasan dalam proses bending. Pada akrilik dengan ketebalan 2 mm, suhu pembentukan yang efektif berada pada kisaran 110 °C hingga 160 °C dengan waktu pemanasan yang relatif lebih singkat dibandingkan akrilik dengan ketebalan yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh kemampuan material tipis dalam menyerap dan mendistribusikan panas secara lebih cepat. Namun demikian, PMMA memiliki karakteristik permukaan yang sensitif terhadap panas berlebih. Pemanasan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan cacat permukaan seperti terbentuknya gelembung, perubahan warna, serta deformasi permanen. Oleh karena itu, dalam proses bending akrilik, khususnya pada

akrilik dengan ketebalan 2 mm, diperlukan sistem pemanas dengan pengendalian suhu yang stabil dan akurat. Hal ini menjadi dasar penting dalam perancangan alat bending akrilik yang dilengkapi dengan pengaturan suhu dan mekanisme penekuk sudut yang presisi.

2.5 Kawat nikelin (nichrome)

Kawat nikelin (*nichrome*) merupakan paduan logam berbasis nikel (Ni) dan kromium (Cr) yang banyak digunakan sebagai elemen pemanas resistif. Material ini memiliki nilai resistivitas listrik yang tinggi serta stabil terhadap perubahan suhu, sehingga mampu menghasilkan panas secara konsisten melalui mekanisme pemanasan Joule ketika dialiri arus listrik. selain itu, kandungan kromium pada kawat nikelin membentuk lapisan oksida pelindung yang meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi pada temperatur kerja tinggi. Hal ini membuat elemen pemanas tidak mudah terdegradasi meskipun digunakan secara berulang. Penelitian menunjukkan bahwa karakteristik termal dan kestabilan listrik kawat nikelin menjadikannya material yang andal untuk aplikasi pemanas industri maupun peralatan pemanas skala kecil, termasuk sebagai elemen pemanas linier pada proses bending material termoplastik seperti akrilik [2].

2.6 Power supply

Power supply merupakan perangkat elektronik yang berfungsi menyediakan tegangan dan arus listrik yang stabil kepada beban, umumnya melalui proses konversi dari sumber listrik bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC) yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Power supply melakukan proses penyearahan, penyearangan, dan regulasi untuk menjaga kestabilan tegangan keluaran meskipun terjadi variasi beban atau fluktuasi pada sisi input. Pada aplikasi pemanas listrik atau elemen pemanas resistif, kestabilan daya keluaran dari power

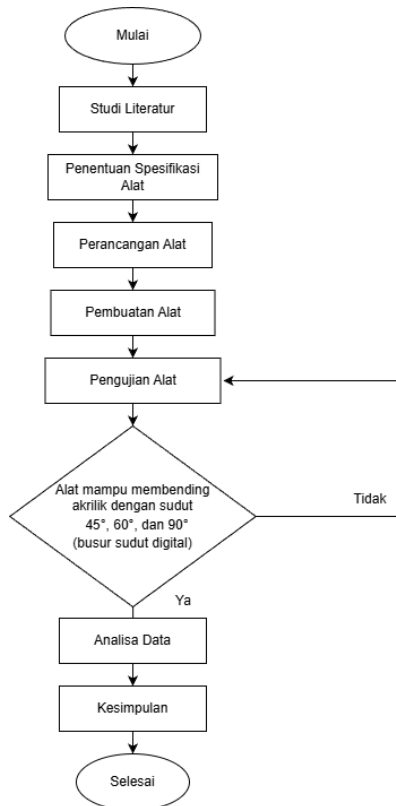
supply berpengaruh langsung terhadap performa dan konsistensi pemanasan, serta keandalan keseluruhan sistem. Penelitian terkait desain dan optimasi power supply switching menunjukkan bahwa penerapan teknik seperti *Power Factor Correction* (PFC) dan pemilihan topologi konverter yang tepat mampu meningkatkan efisiensi sistem sekaligus menjaga kualitas tegangan keluaran

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Adapun tahapan perencanaan yang digunakan dalam pembuatan “Rancang Bangun Alat Bending Acrilyc 2mm Dengan Penambahan Sistem Penekuk Sudut ” yang dapat dilihat di gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2 Alat dan Bahan

Pembuatan tugas akhir ini memerlukan beberapa alat dan bahan sebagai pendukung dalam proses pembuatan alat tersebut. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Pembuatan tugas akhir ini memerlukan beberapa alat dan bahan sebagai pendukung dalam proses pembuatan alat tersebut. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mesin las listrik
2. Gerinda tangan,
3. Bor listrik,
4. Tang dan obeng
5. Multimeter,
6. Termometer digital,
7. Alat ukur sudut digital (busur derajat),
8. Penggaris dan jangka sorong,

3.2.2 Bahan

1. Lembaran akrilik dengan ketebalan 2 mm
2. Kawat nikelin (nichrome) sebagai elemen pemanas.
3. Power supply
4. Besi hollow
5. Baut dan mur
6. Isolator panas
7. Saklar dan kabel listrik

3.3 Prosedur Pembuatan

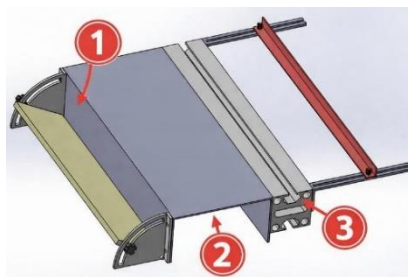
Langkah-langkah perakitan alat bending akrilik 2mm adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat bending akrilik dan material akrilik dengan ketebalan 2 mm.

2. Menentukan dan mengatur suhu pemanasan sesuai dengan kebutuhan pengujian.
3. Mengaktifkan sistem pemanas hingga akrilik mencapai kondisi termoplastis.
4. Melakukan proses penekukan akrilik menggunakan mekanisme penekuk sudut sesuai variasi sudut yang telah ditentukan.
5. Mengukur sudut hasil bending menggunakan alat ukur sudut.
6. Mencatat hasil pengujian sebagai data penelitian.

3.4 Desain Gambar 3 Dimensi

Gambar desain berikut menunjukkan hasil perancangan alat yang dibuat dalam penelitian ini. Desain alat disusun dengan memperhatikan fungsi alat, kekuatan konstruksi, serta kemudahan dalam proses penggunaan dan perakitan. Setiap komponen dirancang agar dapat bekerja secara saling mendukung sehingga alat dapat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan. Untuk mempermudah pemahaman terhadap bentuk dan susunan alat, gambar desain disajikan dalam beberapa tampilan berikut ini.



Gambar 3. 2 Desain 3 Dimensi

Keterangan:

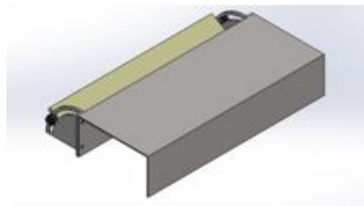
1. Penekuk sudut akrilik
2. Meja Penyangga Akrilik
3. Tempat lem Pemanas (Heater / Kawat Nikelin)

3.5 Desain Gambar 2 Dimensi

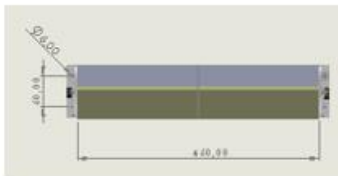
Desain gambar dua dimensi dibuat sebagai acuan perancangan alat, yang menampilkan ukuran, bentuk, dan tata letak komponen secara detail untuk memudahkan proses pembuatan dan perakitan.”



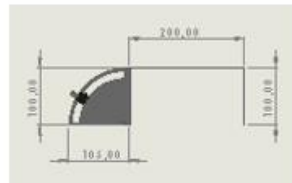
Tampak atas



Isometri



Tampak depan



Tampak samping

Gambar 3. 3 Desain 2 Dimensi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi alat

Spesifikasi alat bending akrilik yang telah dirancang disusun berdasarkan hasil perancangan dan pemilihan komponen yang digunakan dalam penelitian. Spesifikasi tersebut meliputi dimensi alat, material penyusun, sistem pemanas, sumber daya listrik, serta kemampuan alat dalam melakukan proses penekukan akrilik. Spesifikasi lengkap alat disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Spesifikasi alat

Komponen	spesifikasi
Dimensi alat	500mm x 200mm x 100mm
Material rangka	Besi hollow
Power supply	12 V DC, 10 A
Kawat nikelin	Ø 0,6 mm
Panjang kawat	470 mm
Resistansi kawat	6,05 Ω /m
Ketebalan akrilik	2 mm

4.2 Proses Pembuatan Alat

Proses pembuatan alat bending akrilik dilakukan secara bertahap mulai dari pembuatan rangka, pembuatan dudukan heater, pemasangan kawat nikelin, pemasangan sistem penekuk sudut, pemasangan instalasi kelistrikan, hingga proses perakitan seluruh komponen menjadi satu kesatuan alat yang siap digunakan. Setiap tahapan dilakukan dengan mengacu pada gambar kerja yang telah dirancang sebelumnya sehingga dimensi dan fungsi setiap komponen tetap sesuai dengan desain.

4.3 Pembuatan Rangka

Rangka merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai penopang seluruh komponen alat bending akrilik. Perancangan rangka dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan konstruksi, kestabilan alat saat digunakan, serta

kemudahan proses perakitan. Rangka alat dibuat menggunakan besi hollow dengan ukuran 20 mm × 20 mm dan tebal 1 mm. Material tersebut dipilih karena memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang seluruh komponen alat, mudah dikerjakan dalam proses fabrikasi, serta memiliki berat yang relatif ringan sehingga alat mudah dipindahkan. Dimensi keseluruhan alat yang dirancang memiliki panjang 500 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 100 mm. Ukuran tersebut disesuaikan dengan panjang efektif kawat nikelin sebesar 470 mm sehingga area pemanasan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk proses bending akrilik dengan ketebalan 2 mm.

Tahap pembuatan rangka diawali dengan melakukan pengukuran material menggunakan meteran sesuai ukuran yang telah ditentukan pada gambar kerja. Selanjutnya besi hollow dipotong menggunakan gerinda potong hingga diperoleh ukuran yang sesuai. Setelah seluruh komponen selesai dipotong, dilakukan proses penyusunan rangka dan penyambungan menggunakan mesin las listrik. Setelah proses pengelasan selesai, dilakukan pemeriksaan terhadap kesikuan dan dimensi rangka menggunakan siku baja dan meteran untuk memastikan rangka sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan. Selanjutnya permukaan hasil pengelasan dirapikan menggunakan gerinda tangan untuk menghilangkan sisa terak las dan meratakan permukaan sambungan sehingga diperoleh hasil yang lebih rapi.

Rangka yang telah selesai kemudian menjadi tempat pemasangan seluruh komponen utama, meliputi meja kerja, dudukan kawat nikelin, sistem penekuk sudut, instalasi kelistrikan, dan power supply sehingga membentuk satu kesatuan alat bending akrilik.



Gambar 4. 1 Proses Pembuatan Rangka

4.4 Pembuatan Dudukan Heater

Dudukan heater dibuat sebagai tempat pemasangan kawat nikelin agar posisi elemen pemanas tetap stabil selama proses pemanasan. Dudukan ini dirancang untuk menjaga kawat tetap berada pada posisi lurus sehingga distribusi panas yang dihasilkan dapat terfokus pada garis penekukan akrilik. Proses pembuatan dudukan heater dilakukan dengan memotong material sesuai ukuran, kemudian dilakukan pengeboran sebagai tempat baut pengikat kawat nikelin. Setelah seluruh komponen selesai dibuat, dudukan heater dipasang pada rangka utama menggunakan baut sehingga posisi elemen pemanas berada tepat di tengah meja kerja.

Keberadaan dudukan heater sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil penekukan karena menentukan jarak antara kawat pemanas dengan permukaan akrilik. Jarak yang sesuai akan menghasilkan pemanasan yang merata sehingga akrilik dapat melunak secara optimal tanpa mengalami kerusakan akibat panas berlebih.

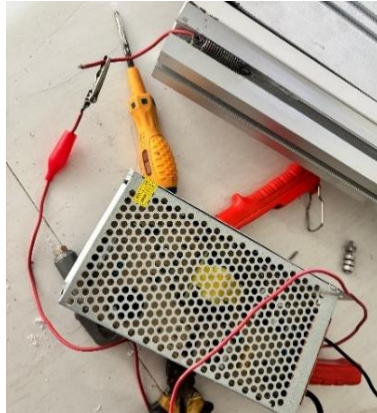


Gambar 4. 2 dudukan heater

4.5 Pemasangan kawat nikelin

Kawat nikelin dipasang pada dudukan heater dan dihubungkan dengan power supply menggunakan kabel penghantar. Kawat nikelin yang digunakan memiliki diameter **0,6 mm** dengan panjang **470 mm** dan nilai resistansi sebesar **6,05 Ω /m**. Kedua ujung kawat dipasang menggunakan baut sebagai terminal penghubung arus listrik. Untuk menjaga kestabilan posisi kawat selama proses pemanasan, pada salah satu ujung kawat dipasang pegas (per). Penggunaan pegas bertujuan untuk mengimbangi pemuaian kawat nikelin ketika dialiri arus listrik. Dengan adanya pegas, perubahan panjang kawat akibat kenaikan suhu dapat dikompensasi sehingga kawat tetap tegang, tidak mengendur, dan tidak mengalami pembengkokan. Kondisi tersebut menghasilkan distribusi panas yang lebih merata pada sepanjang kawat sehingga proses pelunakan akrilik menjadi lebih efektif.

Setelah proses pemasangan selesai, dilakukan pemeriksaan kembali terhadap sambungan kabel, baut pengikat, dan pegas untuk memastikan seluruh komponen terpasang dengan baik sebelum dilakukan pengujian alat.



Gambar 4.3 pemasangan kawat nikelin

4.6 Pemasangan sistem penekuk

Sistem penekuk sudut merupakan komponen yang berfungsi untuk membentuk akrilik sesuai sudut yang diinginkan setelah material mengalami proses pemanasan. Komponen ini dirancang agar mampu menghasilkan sudut penekukan yang lebih presisi, stabil, dan konsisten dibandingkan dengan proses penekukan secara manual. Material yang digunakan untuk sistem penekuk sudut adalah akrilik dengan ketebalan 4 mm. Material akrilik dipilih karena memiliki kekuatan yang cukup, bobot yang ringan, mudah dikerjakan, serta memiliki dimensi yang stabil sehingga sesuai untuk digunakan sebagai komponen mekanis pada alat bending akrilik. Proses pembuatan sistem penekuk sudut diawali dengan membuat desain komponen menggunakan perangkat lunak Computer Aided Design (CAD) sesuai ukuran yang telah direncanakan. Selanjutnya file desain dikonversi ke format yang sesuai untuk proses pemotongan menggunakan mesin laser cutting akrilik. Penggunaan mesin laser cutting bertujuan untuk menghasilkan dimensi yang presisi, tepi potongan yang rapi, serta meminimalkan kesalahan selama proses fabrikasi.

Setelah seluruh komponen selesai dipotong, dilakukan proses perakitan menggunakan paku rivet sebagai pengikat antara sistem penekuk dengan rangka alat. Penggunaan paku rivet dipilih karena mampu menghasilkan sambungan yang kuat, permanen, serta tidak mudah mengalami kelonggaran selama proses pengoperasian alat. Setelah proses pemasangan selesai, dilakukan pemeriksaan terhadap mekanisme gerak sistem penekuk untuk memastikan seluruh komponen dapat bergerak dengan baik sehingga mampu membentuk sudut penekukan sesuai dengan kebutuhan proses bending akrilik.



Gambar 4. 4 pemasangan sistem penekuk

4.7 Hasil Pengujian Alat

Ada beberapa langkah dalam melakukan pengujian alat tersebut:

4.7.1 Mekanisme Kerja Alat

Mekanisme kerja alat bending akrilik diawali dengan menyiapkan lembaran akrilik dengan ketebalan 2 mm yang akan dibentuk. Selanjutnya, dilakukan penandaan pada permukaan akrilik menggunakan spidol sebagai acuan garis penekukan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Setelah proses penandaan selesai, akrilik diletakkan pada meja kerja dengan posisi garis penekukan tepat berada di atas kawat

nikelin (heater). Posisi tersebut bertujuan agar panas yang dihasilkan oleh kawat nikelin terfokus pada area yang akan ditekuk sehingga proses pemanasan berlangsung secara merata. ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4. 5 Proses awal mekanisme alat

Tahap berikutnya adalah menghidupkan saklar (ON) sehingga arus listrik mengalir menuju kawat nikelin. Arus listrik yang mengalir menyebabkan kawat nikelin menghasilkan panas akibat hambatan listrik. Panas tersebut kemudian berpindah ke akrilik melalui proses konduksi sehingga membantu proses pelunakan material hingga mencapai kondisi termoplastis. Pada kondisi tersebut, akrilik menjadi lebih lunak sehingga dapat dibentuk tanpa mengalami kerusakan pada area penekukan. Ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4. 6 saklar ON OF

Setelah akrilik mencapai tingkat kelunakan yang diinginkan, material segera dibentuk menggunakan sistem penekuk sudut yang telah dipasang pada bagian samping meja kerja. Sistem penekuk kemudian digerakkan hingga akrilik membentuk sudut sesuai dengan variasi sudut yang telah ditentukan, yaitu 45°, 60°, dan 90°.

Selanjutnya, akrilik dibiarkan mengalami proses pendinginan hingga suhu material menurun dan kembali mengeras. Proses pendinginan bertujuan untuk mempertahankan bentuk hasil penekukan agar tidak mengalami perubahan setelah proses pembentukan selesai. Tahap terakhir dilakukan pemeriksaan terhadap hasil penekukan menggunakan alat ukur sudut untuk memastikan bahwa sudut yang dihasilkan telah sesuai dengan sudut yang direncanakan. Ditunjukkan pada gambar 4.8



Gambar 4. 7 Proses Bending Akrilik

4.8 Hasil Perancangan Alat

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang dan dibuat alat bending akrilik dengan ketebalan 2 mm yang dilengkapi dengan sistem penekuk sudut. Perancangan alat dilakukan berdasarkan desain yang telah disusun pada BAB III dengan mempertimbangkan aspek fungsional, kemudahan proses manufaktur, kemudahan perakitan, serta kemudahan pengoperasian. Alat yang dirancang diharapkan mampu menghasilkan proses penekukan akrilik yang lebih mudah, cepat, dan menghasilkan sudut penekukan yang lebih konsisten dibandingkan proses pembengkokan secara manual.

Sistem pemanas pada alat menggunakan kawat nikelin sebagai elemen pemanas yang memperoleh sumber tegangan dari power supply DC 12 Volt. Panas yang dihasilkan oleh kawat nikelin dimanfaatkan untuk melunakkan material akrilik sehingga material mencapai kondisi termoplastis dan dapat dibentuk menggunakan sistem penekuk sudut. Penambahan sistem penekuk sudut bertujuan untuk membantu menghasilkan sudut penekukan yang lebih presisi serta mengurangi kesalahan yang sering terjadi pada proses penekukan secara manual. Komponen utama alat terdiri atas:

1. Rangka utama.
2. Meja penyangga akrilik.
3. Dudukan kawat nikelin. Dan Pegas penegang kawat
4. Kawat nikelin sebagai elemen pemanas.
5. Power supply DC.
6. Saklar ON/OFF.
7. Sistem penekuk sudut.
8. Baut mur dan paku keling sebagai pengikat komponen.

Setelah seluruh komponen selesai dirakit, dilakukan pemeriksaan terhadap setiap bagian alat untuk memastikan seluruh sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang direncanakan.



Gambar 4. 8 Hasil Perancangan Alat

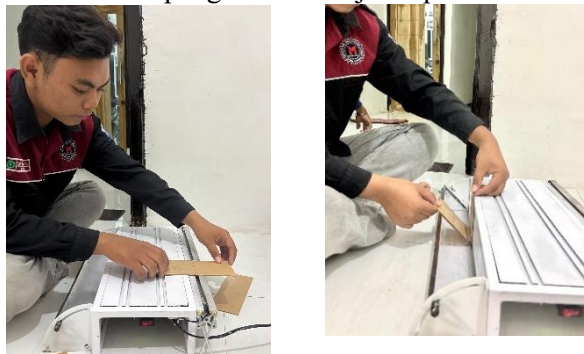
4.9 Pengujian Variasi Sudut

Pengujian variasi sudut dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem penekuk sudut dalam membentuk akrilik dengan ketebalan 2 mm pada variasi sudut 45°, 60°, dan 90°. Sebelum pengujian dilakukan, suhu permukaan heater diukur menggunakan termometer digital dan diperoleh suhu sebesar 150°C. Pada suhu tersebut, heater mampu menghasilkan panas yang cukup untuk membantu proses pelunakan akrilik hingga mencapai kondisi termoplastis sehingga material dapat dibentuk menggunakan sistem penekuk sudut.

Setiap variasi sudut dilakukan sebanyak tiga kali pengujian dengan prosedur yang sama untuk memperoleh hasil yang lebih konsisten dan meningkatkan keandalan data penelitian. Prosedur pengujian diawali dengan memberikan tanda pada akrilik sebagai garis penekukan, kemudian akrilik dipanaskan hingga lunak di atas heater. Setelah itu dilakukan proses penekukan menggunakan sistem penekuk sudut sesuai variasi yang telah ditentukan, yaitu 45° , 60° , dan 90° . Setelah benda kerja mengalami pendinginan, sudut hasil penekukan diukur menggunakan busur derajat dan dicatat sebagai data hasil pengujian.

4.9.1 Hasil Pengujian Variasi Sudut 45°

Pengujian variasi sudut 45° dilakukan sebanyak tiga kali untuk mengetahui kemampuan sistem penekuk dalam menghasilkan sudut penekukan sesuai dengan sudut yang direncanakan. Dokumentasi proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan hasil pengukuran disajikan pada Tabel. 4.2



Gambar 4. 9 Proses Pengujian Variasi Sudut 45°



Gambar 4. 10 Pengukuran Sudut Hasil Penekukan 45°

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Variasi Sudut 45°

Percobaan	Suhu Heater ($^\circ\text{C}$)	Waktu Pemanasan (detik)	Sudut Rencana ($^\circ$)	Sudut Hasil ($^\circ$)	Selisih ($^\circ$)
I	150	30	45	45,00	0
II	150	30	45	44,51	0,49
III	150	30	45	45.00	0

4.9.2 Pengujian Variasi Sudut 60°

Pengujian variasi sudut 60° dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan prosedur yang sama seperti pada pengujian sebelumnya. Dokumentasi proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.11 dan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 4.3



Gambar 4. 11 Proses Pengujian Variasi Sudut 60°



Gambar 4. 12 Pengukuran Sudut Hasil Penekukan 60°

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Variasi Sudut 60°

Percobaan	Suhu Heater ($^\circ\text{C}$)	Waktu Pemanasan (detik)	Sudut Rencana ($^\circ$)		Sudut Hasil ($^\circ$)	Selisih ($^\circ$)
I	150	45	60		60.00	0
II	150	45	60		60.00	0
III	150	45	60		60.00	0

4.9.3 Pengujian Variasi Sudut 90°

Pengujian variasi sudut 90° dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan prosedur yang sama. Dokumentasi proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.13 dan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 4.4



Gambar 4. 13 Proses Pengujian Variasi Sudut 90°



Gambar 4. 14 Pengukuran Sudut Hasil Penekukan 90°

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Variasi Sudut 90°

Percobaan	Suhu Heater (°C)	Waktu Pemanasan (detik)	Sudut Rencana (°)	Sudut Hasil (°)	Selisih (°)
I	150	60	90	90,00	0
II	150	60	90	89,57	0.43
III	150	60	90	90,00	0

4.9.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian

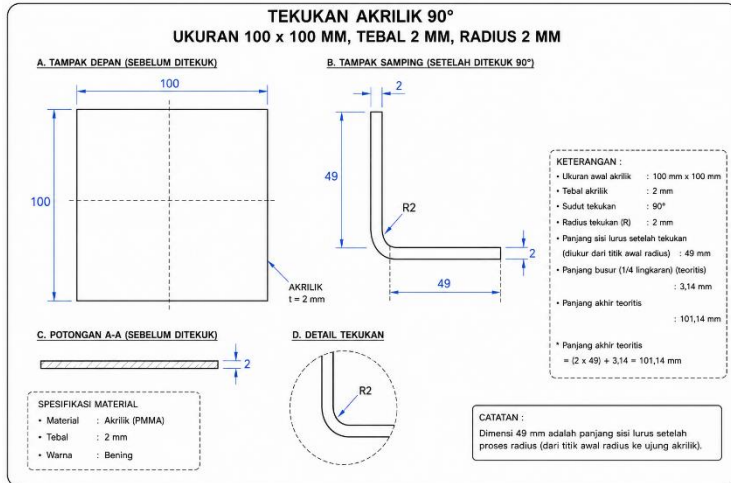
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap variasi sudut, diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian

Variasi sudut	Rata rata sudut hasil	Error %	keterangan
45	44,84	0,36%	Baik
60	60	0%	Sangat baik
90	89,86	0,16%	Baik

4.10 Perhitungan Ukuran Akhir Akrilik Setelah Proses Bending

Perhitungan ukuran akhir akrilik dilakukan untuk mengetahui perubahan dimensi benda kerja setelah proses bending. Pada penelitian ini digunakan akrilik bening dengan ketebalan **2 mm** dan ukuran awal 100 mm × 100 mm. Setelah proses pembengkokan membentuk sudut 90°, pada daerah tekukan terbentuk radius dalam. Untuk perhitungan teoritis, radius tekukan diasumsikan sama dengan ketebalan material, yaitu R2 mm, sehingga panjang kedua sisi lurus menjadi masing-masing 49 mm.



Gambar 4. 15 teknik sebelum dan sesudah di bending
Panjang daerah tekukan dihitung sebagai panjang seperempat lingkaran (90°) menggunakan Persamaan (4.10)

$$L = \frac{2\pi R}{4} \quad (4.10)$$

Dengan:

- L = panjang lengkungan (mm)
- R = radius tekukan (mm)

Substitusi nilai radius ke dalam persamaan diperoleh:

$$L = \frac{2 \times 3,14 \times 2}{4}$$

$$L = 3,14 \text{ mm}$$

Selanjutnya panjang akhir akrilik setelah proses bending dihitung dengan menjumlahkan panjang kedua sisi lurus dan panjang daerah tekukan sebagai berikut.

$$L_{akhir} = 49 + 49 + 3,14$$

$$L_{akhir} = 101,14 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh panjang akhir akrilik setelah proses bending sebesar 101,14 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terbentuknya radius tekukan menyebabkan perubahan dimensi yang relatif kecil, sehingga bentuk akhir benda kerja tetap sesuai dengan rancangan.

4.11 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, waktu pemanasan berpengaruh terhadap kualitas proses bending akrilik. Pada pengujian sudut 45° dengan waktu pemanasan 30 detik, akrilik belum menerima panas secara merata sehingga material masih relatif kaku dan proses pembentukan sudut menjadi lebih sulit. Kondisi tersebut menyebabkan hasil sudut rata-rata sebesar $44,84^\circ$ atau memiliki persentase kesalahan sebesar 0,36%. Pada pengujian sudut 60° , waktu pemanasan 45 detik menghasilkan kondisi pemanasan yang paling optimal. Akrilik menjadi cukup lunak sehingga proses pembentukan berlangsung dengan baik dan menghasilkan sudut rata-rata $60,00^\circ$ dengan persentase kesalahan 0%.

Sementara itu, pada pengujian sudut 90° dengan waktu pemanasan 60 detik, akrilik menerima panas yang lebih tinggi sehingga menjadi terlalu lunak. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya springback setelah proses pembentukan sehingga sudut akhir yang diperoleh sedikit berubah menjadi $89,86^\circ$ dengan persentase kesalahan sebesar 0,16%. Selain itu, berdasarkan perhitungan ukuran akhir menggunakan radius

tekukan R2 mm, diperoleh panjang lengkungan sebesar 3,14 mm sehingga panjang akhir akrilik setelah proses bending menjadi 101,14 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu menghasilkan proses bending dengan tingkat ketelitian yang baik, sedangkan waktu pemanasan 45 detik merupakan kondisi yang paling optimal untuk membentuk akrilik berketebalan 2 mm.

4.12 Perbandingan Alat Yang Dibuat Dengan Alat Yang Ada Dipasaran

Berikut ini adalah perbandingan antara alat bending akrilik yang ada dipasaran dan alat bending akrilik yang dibuat.

Tabel 4. 6 spesifikasi alat yang dibuat dan di pasaran

Alat yang dibuat	Alat yang ada dipasaran
Gambar 4. 16 alat yang telah dibuat 	Gambar 4.17 Gambar alat yang dipasaran 
Spesifikasi Harga : Rp 500.000 Lebar kerja : 470 mm Ketebalan akrilik : 1-4 mm Sitem penekuk sudut : 45,60,90 Sistem pendingin Sumber daya DC 12V Pengoprasian manual	Spesifikasi Harga : Rp 3.400.000 Lebar kerja : 600 Ketebalan akrilik : 1-6 Sistem pendingin Sumber daya : AC 220 V Pengoprasian manual

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian, alat bending akrilik berketebalan 2 mm dengan penambahan sistem penekuk sudut mampu menghasilkan pembentukan yang baik. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata sudut sebesar $44,84^\circ$, $60,00^\circ$, dan $89,86^\circ$ dengan persentase kesalahan berturut-turut 0,36%, 0%, dan 0,16%. Waktu pemanasan memengaruhi hasil pembentukan, di mana pemanasan 30 detik pada sudut 45° masih kurang optimal, 45 detik pada sudut 60° menghasilkan pembentukan yang sesuai, sedangkan 60 detik pada sudut 90° menyebabkan akrilik terlalu lunak sehingga terjadi *springback*. Berdasarkan perhitungan teoritis menggunakan radius tekukan R2 mm, diperoleh panjang akhir akrilik setelah proses bending sebesar 101,14 mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar penelitian selanjutnya mengembangkan alat dengan penambahan sistem pengatur suhu otomatis sehingga temperatur pemanasan lebih stabil dan hasil pembengkokan lebih konsisten. Selain itu, perlu dilakukan pengujian pada variasi ketebalan akrilik, variasi radius tekukan, serta penggunaan alat ukur seperti radius gauge untuk meningkatkan ketelitian pengukuran radius hasil bending. Dengan pengembangan tersebut, diharapkan kinerja alat menjadi lebih baik dan dapat digunakan pada berbagai kebutuhan proses pembentukan akrilik.

Halaman ini sengaja di kosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nugraha, M. P. N. Sirodz, M. R. Dzarrghifa, dan S. S. W. Gamal, “Pengujian bending akrilik pada mesin pemanas akrilik tubular,” *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, vol. 4, no. 1, pp. 57–69, 2024, doi:10.26760/JREM.v4i1.57.
- [3] N. Nugraha, M. Khenbakti, R. Rakha, T. Siswanto, M. Muraz, dan R. Munajat, “Rancang bangun mesin pemanas akrilik tipe tubular skala industri kecil,” *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, vol. 5, no. 1, pp. 23–32, 2021, doi:10.25077/metal.5.1.23-32.2021
- [4] I. Yulianti, S. M. K. Insan, N. M. D. Putra, A. Purwinarko, dan N. Widiarti, “Thermal durability characterization of polymethyl methacrylate (PMMA),” *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, vol. 14, no. 2, pp. 113–124, 2024, doi:10.26740/jpfa.v14n2.p113-124.
- [5] B. S. Prasajo, B. Priyadi, dan M. Rifa’i, “Alat penekuk akrilik dengan suhu yang dapat dikontrol menggunakan metode PID,” *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri (ELKOLIND)*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [6] Nugraha, N., Sirodz, M. P. N., Dzaki, M. F. A., Dzarrghifa, R. M., & Gamal, S. S. W. (2024). *Pengujian Bending Akrilik Pada Mesin Pemanas Akrilik Tubular*. 04(01), 57–69.
- [7] DayPasaribu, C., UtamPasaribu, C., Utami, R., & Arviansyah, S. M. (2025).a Tarik Estetika dan Ketahanan dalam Desain Produk Akrilik di Kreasi Group. 5(4), 2861–2874.i, R., & Arviansyah, S. M. (2025). *Daya Tarik Estetika dan Ketahanan dalam Desain Produk Akrilik di Kreasi Group*. 5(4), 2861–2874.
- [8] A. Amin, A. Z. Hudaya, dan R. Wibowo, “Evaluasi unjuk kerja mesin roll akrilik,” *Jurnal Crankshaft*, vol. 5, no. 2, pp. 49–62, 2022.

Halaman ini sengaja di kosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Muhaimin. Penulis merupakan anak dari Bapak H. Misrae dan Ibu Hj. Latifah. Penulis memulai pendidikan formal di SDN Taddan 1 pada tahun 2011–2017. Setelah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar, penulis melanjutkan pendidikan di MTs Rihlatut Thullab Taddan pada tahun 2017–2020.

Pada tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 2 Sampang, Jurusan Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO), dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2023. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah, pada tahun 2023 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura, Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat. Penulis menempuh pendidikan selama tiga tahun, yaitu dari tahun 2023 hingga 2026.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis memperoleh berbagai pengetahuan dan pengalaman di bidang teknik mesin, khususnya yang berkaitan dengan alat berat, proses manufaktur, perancangan, serta praktik kerja di dunia industri. Pendidikan tersebut menjadi bekal bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.).