

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode penelitian R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut [29]. Penelitian R&D ialah proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada langkah ini melibatkan perancangan dan pembuatan prototipe, yang dapat dipertanggung jawabkan [30].

Penggunaan metode *Research and Development* (R&D) dalam penelitian ini dipilih oleh peneliti karena dianggap memiliki keunggulan, terutama dari segi prosedur kerja yang sistematis dan bertahap [31]. Pemilihan ini didasarkan pada tahapan-tahapan penelitian yang terstruktur, di mana setiap langkah dalam proses penelitian selalu mengacu dan memperbaiki hasil dari langkah sebelumnya [32]. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan alat yang terintegrasi dengan program keahlian teknik mesin secara efektif.

Borg dan Gall menyadari bahwa penelitian dan pengembangan membutuhkan biaya yang cukup besar, yang dapat menjadi kendala bagi mahasiswa. Oleh karena itu, mereka menyarankan untuk menjalankan proyek dalam skala kecil yang hanya melibatkan sedikit rancangan pembelajaran yang orisinal. Selain itu, kecuali ada sumber dana yang memadai, penggunaan media pembelajaran yang mahal sebaiknya dihindari. Mereka juga menyarankan untuk membatasi proyek hanya pada beberapa tahapan dari siklus penelitian dan pengembangan [33].

Model penelitian R&D yang dikembangkan oleh Borg & Gall [33], dan dirinci oleh [34], mencakup tujuh langkah utama, yaitu:

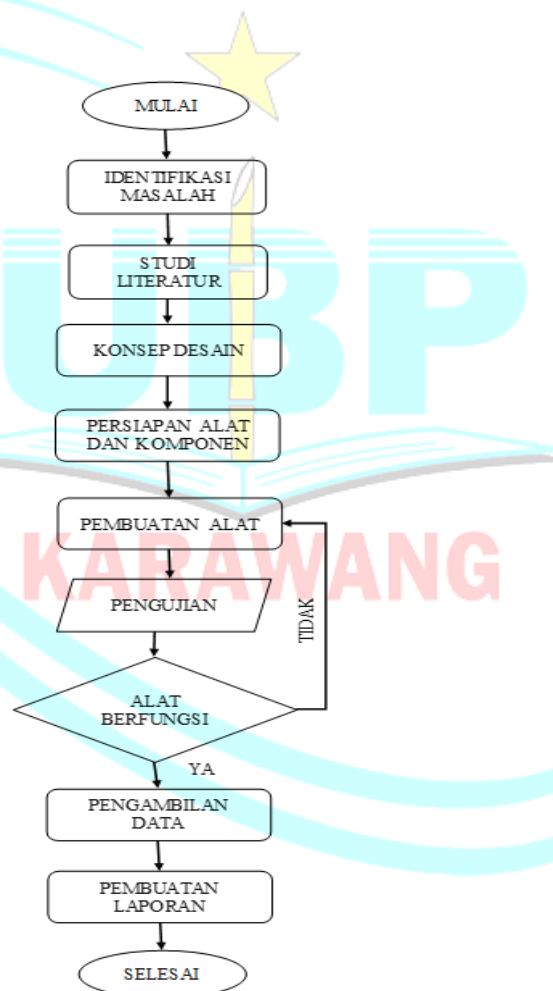
1. Penelitian dan pengumpulan data.
2. Perencanaan.
3. Pengembangan draf produk.
4. Uji coba lapangan awal.Revisi hasil uji coba.
5. Uji coba lapangan.

6. Penyempurnaan produk hasil uji lapangan.

Penulis kemudian menyederhanakan tujuh langkah tersebut menjadi tiga tahap untuk mempermudah proses penelitian, namun tetap berpedoman pada teori. Penyederhanaan ini juga disesuaikan dengan jenjang peneliti sebagai mahasiswa strata 1 (S1) [34].

3.2 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar penelitian ini ditunjukkan oleh diagram alir pada gambar 3.1. Penelitian yang dilakukan adalah rancang bangun alat penyambung material PMMA dan ABS.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Februari 2024 sampai bulan September 2024 di Laboratorium Manufaktur dan Laboratorium Mekatronika Universitas Buana Perjuangan Karawang.

3.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan penyambungan material PMMA dan ABS berbasis sistem pneumatik terdiri dari beberapa komponen penting untuk mendukung mekanisme kerja alat dengan maksimal. Secara Umum pemilihan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan alat penyambung material PMMA dan ABS dipilih berdasarkan fungsional dan durabilitasnya. Adapun alat dan bahan yang akan digunakan terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

NO	MATERIAL	JUMLAH	KETERANGAN
1	Besi Hollow	1	300 × 5 × 2 cm, tebal plat 1 mm
2	Besi Plat	1	200 × 5 cm , tebal plat 3 mm
3	Besi SKD11	1	Diameter 12 mm
4	Nylon	2	200 × 200 × 20 mm
		2	200 × 200 × 10 mm
5	Baut dan Mur	-	-
6	<i>Pneumatic 32 × 100</i>	1	<i>Double action</i>
7	<i>Box Panel</i>	1	30 × 40 × 20 cm, tebal plat MS 1 mm
8	<i>Push Button Emergency</i>	1	22 mm
9	<i>Push Button</i>	2	22 mm Model XB4
10	<i>Solenoid Valve 5/3</i>	1	<i>Double acting</i> silinder
11	<i>Timer</i>	1	AC 220 V, 5A

NO	MATERIAL	JUMLAH	KETERANGAN
12	<i>Selector Switch</i>	1	10 A, diameter 22 mm
13	<i>Micro Limit Switch</i>	1	5 A, 250 V
14	<i>Pilot lamp LED RED & GREEN</i>	2	220 V, diameter 22 mm
15	<i>Fitting Speed Control</i>	2	Selang 8 mm drat 1/8
16	Selang PU (<i>Polly Urethane</i>)	1	Panjang 3 meter, diameter luar 8 mm diameter dalam 6 mm
17	Bakelit	1	10x10 cm dan tebal 10 mm
18	<i>Cartridge Heater</i>	1	220 V, 400 W, M10x100
19	<i>Fitting lurus male</i>	5	Selang 8 mm drat 1/4 (12 mm)
20	<i>Silencer pneumatic</i>	2	Drat 1/8 type BSL
21	<i>Air filter regulator</i>	1	<i>Range pressure</i> 30-120 PSI

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Tahap Perencanaan

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan informasi dan studi literatur sesuai dengan Keahlian Teknik Mesin.

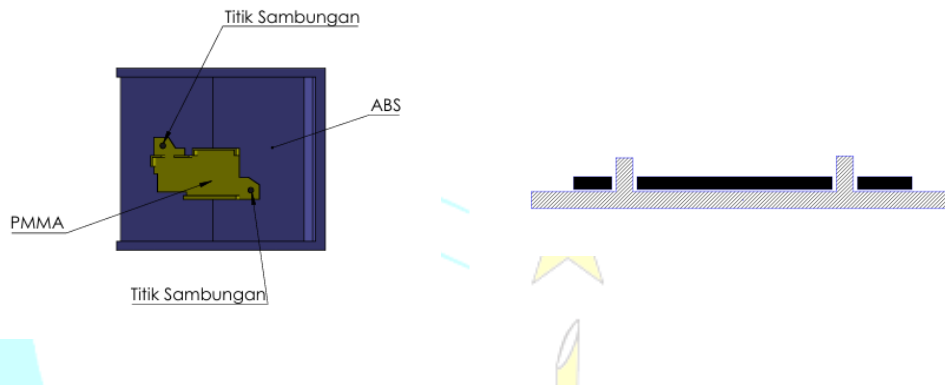
A. Deskripsi Awal Perancangan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah pengembangan sebuah alat penyambung material PMMA dan ABS yang lebih efisien dengan memanfaatkan sistem pneumatik. Langkah awal perancangan ini dimulai dengan analisis kebutuhan pengguna, identifikasi material yang akan disambungkan, dan pemilihan teknologi pneumatik agar proses penyambungan lebih efisien.

B. Produk yang Akan Disambungkan

Produk yang akan disambungkan adalah material PMMA dan ABS yang memiliki 2 (dua) titik sambungan yang berjarak 3 cm antara kedua titik

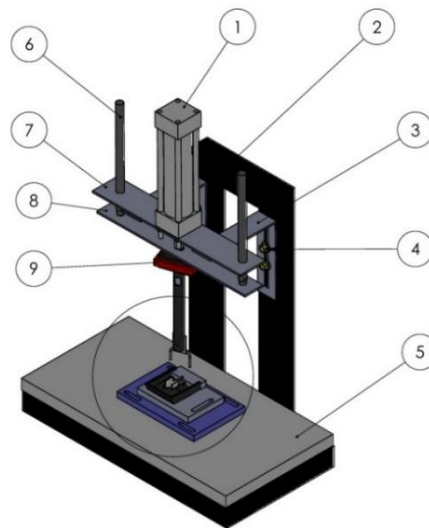
tersebut dan perbedaan kedalaman titik sambungan sebesar 1 mm. Material PMMA dan ABS dipilih karena bahan tersebut sering diaplikasikan dalam industri dan masyarakat seperti alat elektronik, panel trim pintu dan lainnya. Gambar 3.2 adalah desain material PMMA dan ABS yang akan disambungkan.



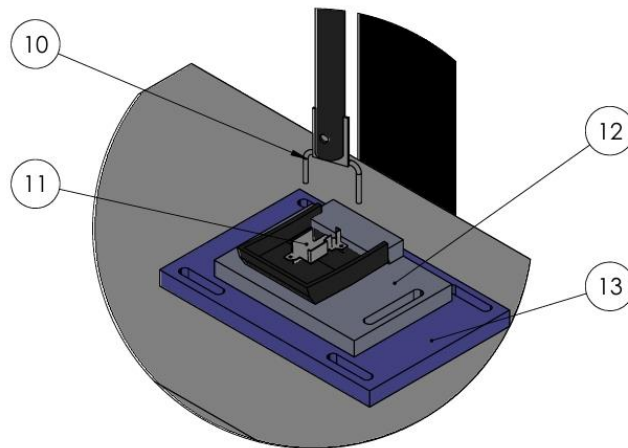
Gambar 3. 2 Part Uji

C. Desain Alat Penyambung

Desain alat penyambung material PMMA dan ABS ini menggunakan sistem pneumatik dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, keamanan, dan efisiensi. Kombinasi material PMMA dan ABS sering sekali dipakai dalam berbagai produk. Dalam kombinasi tersebut diperlukan proses penyambungan material namun proses yang dilakukan masih secara manual. Gambar 3.3 merupakan desain alat penyambung material PMMA dan ABS secara otomatis menggunakan sistem Pneumatik.



Gambar 3. 3 Desain Alat Penyambung Material PMMA dan ABS



Gambar 3. 4 Part

Keterangan pada desain penelitian sebagai berikut:

- | | | | |
|----|------------------|-----|---------------|
| 1. | Pneumatik | 8. | Stabilizer |
| 2. | Frame | 9. | Bakelit |
| 3. | L-bracket | 10. | Tools welding |
| 4. | Bolt | 11. | Part |
| 5. | Base Plate | 12. | Jig |
| 6. | Shaft Stabilizer | 13. | Base Jig |
| 7. | Seat Pneumatik | | |

D. Perakitan Mekanis Alat Penyambung

Semua komponen yang telah dipilih kemudian dirakit sesuai dengan desain yang telah dibuat. Komponen utama seperti kompresor, silinder pneumatik, *tool welding*, serta sistem kontrol dipasang dan diintegrasikan. Seperti yang tertera dibawah ini:

a. Perakitan Mekanis Alat Penyambung

Rakit semua komponen mekanis sesuai dengan desain yang telah dibuat. Pastikan semua bagian terpasang dengan kuat dan presisi untuk mendukung kinerja alat penyambung.

b. Integrasi Sistem Pneumatik

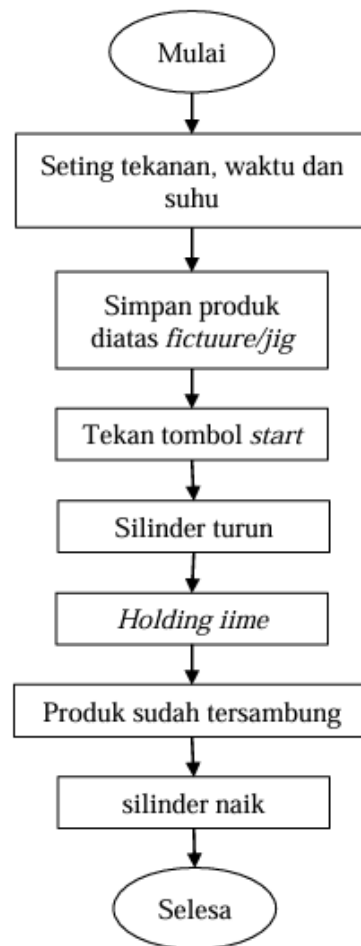
Hubungkan silinder pneumatik dengan sistem katup dan sensor yang diperlukan. Pastikan semua koneksi pneumatik aman dan bebas kebocoran. Tes operasional sistem pneumatik untuk memastikan bahwa silinder dapat bergerak dengan lancar dan sesuai dengan kebutuhan.

c. Integrasi Sistem Kontrol

Hubungkan sistem pneumatik dengan sistem kontrol, termasuk antarmuka pengguna jika diperlukan. Atur parameter kontrol seperti tekanan udara, suhu, dan waktu sesuai dengan kebutuhan.

E. Cara Kerja Alat Penyambung Material PMMA dan ABS

Pada Gambar 3.5 di bawah, dijelaskan cara kerja alat. Setelah alat siap digunakan, kompresor diatur pada tekanan 0.20 MPa, 0,25 MPa dan 0,30MPa. Selanjutnya, letakkan produk yang akan diproses pada jig, lalu tekan tombol start. Tunggu hingga silinder bergerak turun, kemudian alat akan memproses produk tersebut hingga selesai disambung. Setelah itu, silinder akan kembali naik dan produk telah selesai diproses.



Gambar 3. 5 Alur Proses

F. Problem Memotong jika Manual

Proses penyambungan material PMMA dan ABS secara manual sering kali menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain:

a. Kurangnya presisi

Penyambungan manual menggunakan alat sederhana seperti solder atau metode *hot gas welding* sering kali menghasilkan penyambungan yang tidak rapi dan presisi.

b. Kerusakan material

Penggunaan tenaga manusia yang bervariasi dapat meningkatkan risiko terjadinya kelalayan kerja dan menimbulkan kerusakan seperti *buri*, material berlubang karena terlalu panas saat penyambungan material.

c. Waktu dan tenaga yang lebih besar

penyambungan manual memerlukan lebih banyak waktu dan tenaga, terutama untuk volume pekerjaan yang besar, yang membuatnya kurang efisien dalam skala produksi.

d. Keamanan operator

Resiko kecelakaan kerja lebih tinggi dalam penyambungan manual, karena kurangnya kontrol dan kestabilan dalam proses penyambungan.

Untuk mengatasi masalah yang dihadapi dalam proses penyambungan material PMMA dan ABS secara manual, penggunaan sistem penyambungan berbasis pneumatik menjadi solusi yang lebih efisien dan aman. Sistem pneumatik memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap tekanan yang diberikan pada material, sehingga menghasilkan penyambungan yang lebih presisi dan konsisten. Selain itu, sistem ini mampu bekerja lebih cepat dan minim resiko kerusakan pada material. Dengan kontrol otomatis yang dapat diatur, resiko kesalahan manusia dan potensi kecelakaan juga dapat dikurangi secara signifikan. Sistem pneumatik juga memiliki durabilitas tinggi, sehingga dapat diandalkan untuk proses penyambungan dalam volume besar dan waktu lama tanpa menurunkan kualitas hasil penyambungan. Sistem ini memberikan solusi yang lebih efektif untuk kebutuhan industri dan masyarakat yang memerlukan penyambungan material PMMA dan ABS dengan kualitas tinggi dan kecepatan yang lebih baik dibandingkan metode manual.

3.5.2 Tahap Pengembangan

Pengembangan alat penyambung material PMMA dan ABS berbasis sistem pneumatik dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis untuk memastikan hasil yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan. Setelah perancangan dan pengembangan awal selesai, alat penyambung material PMMA dan ABS berbasis sistem pneumatik telah melalui beberapa tahapan pengembangan yang lebih lanjut untuk memastikan alat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Berikut adalah tahapan pengembangan alat yang telah dibuat.

1. Pengujian Awal Alat

a. Pengujian Fungsional

Alat yang telah selesai dirakit diuji untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik, seperti kompresor, silinder pneumatik, dan *tool welding*. Pengujian ini melibatkan percobaan penyambungan material PMMA dan ABS.

b. Penentuan Tekanan, Waktu dan Suhu

Penentuan tekanan, waktu dan suhu pada pengujian awal alat penyambung material PMMA dan ABS untuk mengambil sebuah data untuk menentukan kualitas suatu produk. Adapun data yang akan diambil adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Pengujian

NO	Jenis Bahan	Tekanan (MPa)	Waktu (s)	Suhu (°C)	Kualitas
1	ABS dan PMMA				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

2. Identifikasi Masalah

a. Terdapat *Buri*

Selama pengujian, mungkin ditemukan bahwa penyambungan pada material masih terdapat *buri*, yang bisa disebabkan oleh tekanan udara yang tidak konsisten atau *tool welding* yang kurang presisi.

b. Kecepatan Silinder

Kecepatan gerak turun dan naik silinder pneumatik mungkin memerlukan penyesuaian agar sesuai dengan jenis material yang disambungkan.

3. Kalibrasi dan Penyesuaian

A. Penyesuaian Tekanan Udara

Tekanan udara dari kompresor dikalibrasi ulang untuk memastikan bahwa tekanan yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan alat. Tekanan ini disesuaikan antara 0,2 MPa, 0,25 MPa, dan 0,30 MPa untuk mendapatkan hasil penyambungan yang optimal.

B. Penyesuaian Kecepatan Silinder

Mekanisme kontrol kecepatan silinder pneumatik diatur agar gerakan turun *tool welding* lebih lambat untuk penyambungan dengan suhu yang rendah dan lebih cepat untuk penyambungan dengan suhu yang tinggi. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya cacat sambungan.

C. Penyesuaian *Jig*

Penyesuaian *jig* dilakukan untuk memastikan pemampatan part yang lebih presisi. Jika ditemukan part yang tidak presisi dengan *tool welding* maka *jig* bisa disesuaikan dengan cara menggesernya.

4. Pengujian Kualitas Hasil Penyambungan

Setelah penyesuaian, dilakukan pengujian ulang untuk memastikan bahwa titik sambungan yang dihasilkan memiliki presisi tinggi dan sesuai dengan standar yang diinginkan. Pemeriksaan terhadap titik sambungan dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada *buri*, atau kerusakan yang disebabkan oleh tekanan yang terlalu besar atau ketidaktepatan alat.

3.5.3 Tahap Validasi

Tahap validasi dilakukan untuk menguji kualitas alat yang akan digunakan untuk mengumpulkan data, pada tahap validasi ini alat akan diuji oleh validator ahli yaitu 2 orang dari dosen penguji departemen teknik mesin, dan 1 orang sebagai ketua penguji dosen teknik mesin. Data yang diperoleh kemudian di validasi oleh dosen ahli dan peneliti sebagai instrumen. Validasi alat penyambung material PMMA dan ABS berbasis sistem pneumatik sangat penting untuk memastikan bahwa alat yang telah dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan berfungsi secara optimal dalam kondisi kerja nyata. Proses validasi ini melibatkan pengujian dan verifikasi terhadap performa alat, keamanannya, serta kesesuaian hasil potongan dengan standar yang diharapkan. Berikut adalah tahap validasi pembuatan alat.

1. Pengujian Fungsional Alat

A. Verifikasi Operasional Alat

Pada tahap awal validasi, dilakukan pengujian operasional untuk memastikan bahwa setiap komponen alat, seperti kompresor, silinder pneumatik, dan *tool welding*, berfungsi dengan baik sesuai desain.

B. Pengujian Kontrol Tekanan

Kompresor diatur pada tekanan yang telah dirancang, antara 0,20 MPa, 0,25 MPa dan 0,30 MPa, dan diuji apakah tekanan yang dihasilkan konsisten selama proses penyambungan. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa tekanan udara yang dihasilkan stabil untuk penyambung material PMMA dan ABS dengan baik.

C. Pengujian Gerakan Silinder

Silinder pneumatik diuji untuk melihat kelancaran gerakannya saat turun dan naik. Gerakan ini harus sesuai karena akan menyebabkan cacat pada material yang disambungkan.

2. Validasi Hasil Sambungan

Hasil penyambungan diuji untuk memastikan bahwa sambungan yang dihasilkan rapi, presisi, dan sesuai dengan dimensi yang diharapkan. Beberapa parameter yang divalidasi meliputi ketepatan titik sambungan, kondisi titik sambungan apakah masih terdapat *buri* atau cacat sambungan.