

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen komparatif (comparative experimental research), yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan cara memanipulasi satu atau lebih variabel bebas secara terkontrol dan mengamati pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis media pendinginan, yang terdiri dari tiga kondisi: air belerang, udara, dan oli bekas. Variabel terikat yang diukur adalah sifat mekanik baja ST42 yang meliputi kekuatan tarik ultimate (UTS) dan persentase perpanjangan (elongation) setelah proses penempaan pada suhu 900°C. Pendekatan yang digunakan adalah analisis deskriptif komparatif melalui nilai rata-rata, persentase perubahan relatif, dan perbandingan antar kondisi pendinginan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2026. Proses pembuatan spesimen keris, termasuk pemanasan, penempaan, dan pendinginan, dilakukan di bengkel “Pande besi pak SULIS” yang berlokasi di Jl. Raden Wijaya, Kemloko, Jotangan, Kec. Mojosari, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Pengujian tarik spesimen dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tungku Pemanas (Forge Furnace)

2. Tang gegep
3. Wadah media pendingin (3 buah)
4. Jangka sorong dengan ketelitian 0,02 mm
5. Penggaris baja
6. Sarung tangan tahan panas
7. Mesin gerinda dan kikir
8. Mesin Uji Tarik (Universal Testing Machine, UTM)
9. Termometer/termocouple
10. Kamera dokumentasi

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Baja ST42 (batangan, kondisi as-rolled)
2. Air Belerang dari sumber mata air sulfat alami Ponorogo, Jawa Timur
3. Oli Bekas (oli mesin kendaraan bermotor)

3.4 Pembuatan Spesimen Keris

Pembuatan spesimen keris dilakukan melalui proses penempaan yang dilakukan oleh pande besi berpengalaman. Baja ST42 dipotong menjadi beberapa bagian dengan massa yang setara, kemudian dipanaskan secara bertahap di dalam tungku pemanas hingga mencapai suhu 900°C. Pencapaian suhu ini dikonfirmasi menggunakan termokopel atau pyrometer untuk memastikan keseragaman kondisi pengujian antar spesimen.

Setelah mencapai suhu target, baja ditempa menggunakan palu secara manual untuk membentuk geometri keris. Proses penempaan dilakukan secara konsisten dengan jumlah pukulan dan tekanan yang relatif seragam untuk setiap spesimen guna meminimalkan variasi yang tidak berasal dari media pendinginan. Setelah penempaan selesai, spesimen langsung didinginkan menggunakan tiga media berbeda: air

belerang, udara ambien, dan oli bekas. Masing-masing kondisi pendinginan menghasilkan satu kelompok spesimen.

Perlu dicatat bahwa dalam penelitian ini, pengujian tarik dilakukan pada bilah keris secara penuh (full blade), bukan pada spesimen dog-bone standar ASTM E8/E8M. Hal ini karena tujuan penelitian adalah mengevaluasi performa mekanik bilah keris dalam kondisi aktual penggunaannya. Bilah keris dipasang pada mesin UTM menggunakan adaptasi grip kayu yang memungkinkan pencekaman yang aman dan konsisten. Luas penampang rata-rata yang diukur dengan jangka sorong adalah 160 mm^2 dengan panjang jarak jepit 300 mm. Pendekatan ini memberikan perbandingan langsung antar kondisi pendinginan yang valid karena seluruh spesimen memiliki geometri dan kondisi pemasangan yang identik.



*Gambar 3. 1 Proses Pengujian Tarik Bilah Keris pada UTM
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)*

3.5 Pengujian Spesimen

3.5.1 Pengujian Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik spesimen, meliputi kekuatan tarik ultimate (UTS) dan persentase

perpanjangan (elongation). Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan bilah keris yang telah mengalami penempaan dan pendinginan sesuai tiga kondisi yang ditentukan.
2. Mengukur dimensi awal spesimen (lebar dan tebal pada bidang pengukuran serta panjang jarak jepit 300 mm) menggunakan jangka sorong dan mencatat hasilnya.
3. Memasang bilah keris pada grip mesin UTM menggunakan adaptor kayu secara simetris dan memastikan kesejajaran spesimen terhadap sumbu pembebanan.
4. Menjalankan pengujian pada mesin UTM (SN: 032021001) dengan laju pembebanan yang stabil hingga spesimen mengalami patah.
5. Mencatat nilai Stress Value (UTS), Maximal Stress, dan Strain Value (elongasi) secara otomatis oleh perangkat lunak mesin UTM.
6. Kekuatan tarik ultimate (UTS) dihitung dari persamaan $UTS = F_{maks}/A_0$, di mana $A_0 = 160 \text{ mm}^2$. Elongasi dihitung dari perpanjangan grip-to-grip terhadap panjang awal 300 mm.

Tabel 3. 1 Format Tabulasi Hasil Uji Tarik

No.	Kondisi	UTS (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Raw Material			
2	Raw Material			
3	Raw Material			
Rata-rata				
1	Udara			
2	Udara			

No.	Kondisi	UTS (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elongation (%)
3	Udara			
Rata-rata				
1	Air Belerang			
2	Air Belerang			
3	Air Belerang			
Rata-rata				
1	Oli Bekas			
2	Oli Bekas			
3	Oli Bekas			
Rata-rata				

Sumber: Rancangan Penelitian (2026)

3.6 Analisis Data

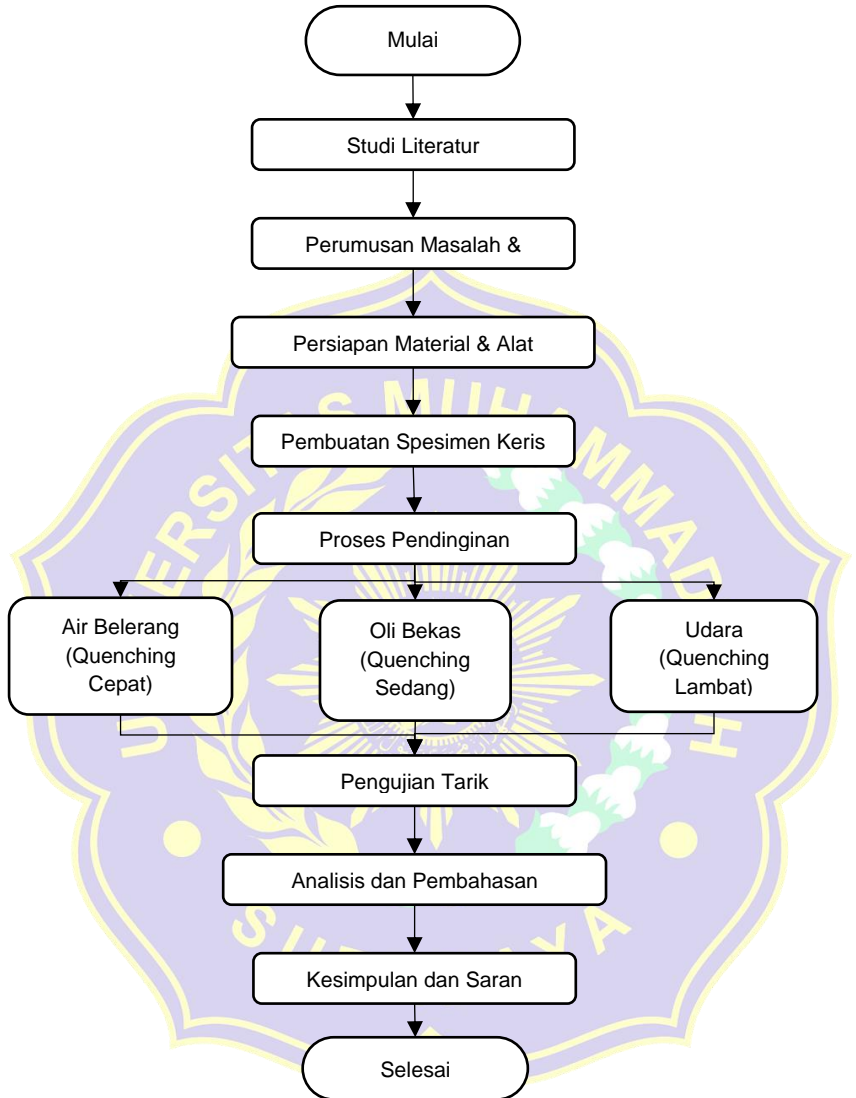
Data yang diperoleh dari pengujian tarik diolah dan dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif komparatif. Langkah-langkah dalam prosedur analisis data adalah sebagai berikut.

1. Data nilai UTS dan elongation dari seluruh spesimen ditabulasikan, kemudian dihitung nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi untuk setiap kondisi pendinginan.
2. Dihitung persentase perubahan relatif (% perubahan) setiap parameter mekanik pada masing-masing kondisi pendinginan terhadap kondisi pendinginan udara sebagai referensi. Persentase ini menunjukkan seberapa besar kontribusi setiap media pendinginan dalam meningkatkan atau menurunkan sifat mekanik.

3. Dilakukan perbandingan deskriptif antar kondisi pendinginan (udara, air belerang, dan oli bekas) berdasarkan nilai rata-rata UTS dan elongation untuk mengidentifikasi pola pengaruh yang berbeda.
4. Hasil perbandingan kuantitatif diinterpretasikan dalam konteks mekanisme metalurgis, yakni hubungan antara laju pendinginan, transformasi fasa (martensit, bainit, ferit-perlit), dan sifat mekanik yang dihasilkan.
5. Berdasarkan analisis deskriptif, ditarik kesimpulan mengenai media pendinginan mana yang menghasilkan keseimbangan terbaik antara kekuatan tarik dan keuletan baja ST42 untuk aplikasi pembuatan keris.

3.7 Alur Proses Penelitian

Alur proses penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dilaksanakan secara sistematis meliputi: (1) Studi Literatur, (2) Perumusan Masalah dan Hipotesis, (3) Persiapan Material dan Alat, (4) Pembuatan Spesimen Keris, (5) Variasi Media Pendinginan (air belerang, udara, oli bekas), (6) Pengujian Tarik pada UTM, (7) Analisis Data dan Pembahasan Deskriptif Komparatif, dan (8) Penulisan Kesimpulan dan Saran.



Gambar 3. 2 Diagram Alur Proses Penelitian (Sumber: Rancangan Penelitian, 2026)