

SURABAYA

18 JULI 2016



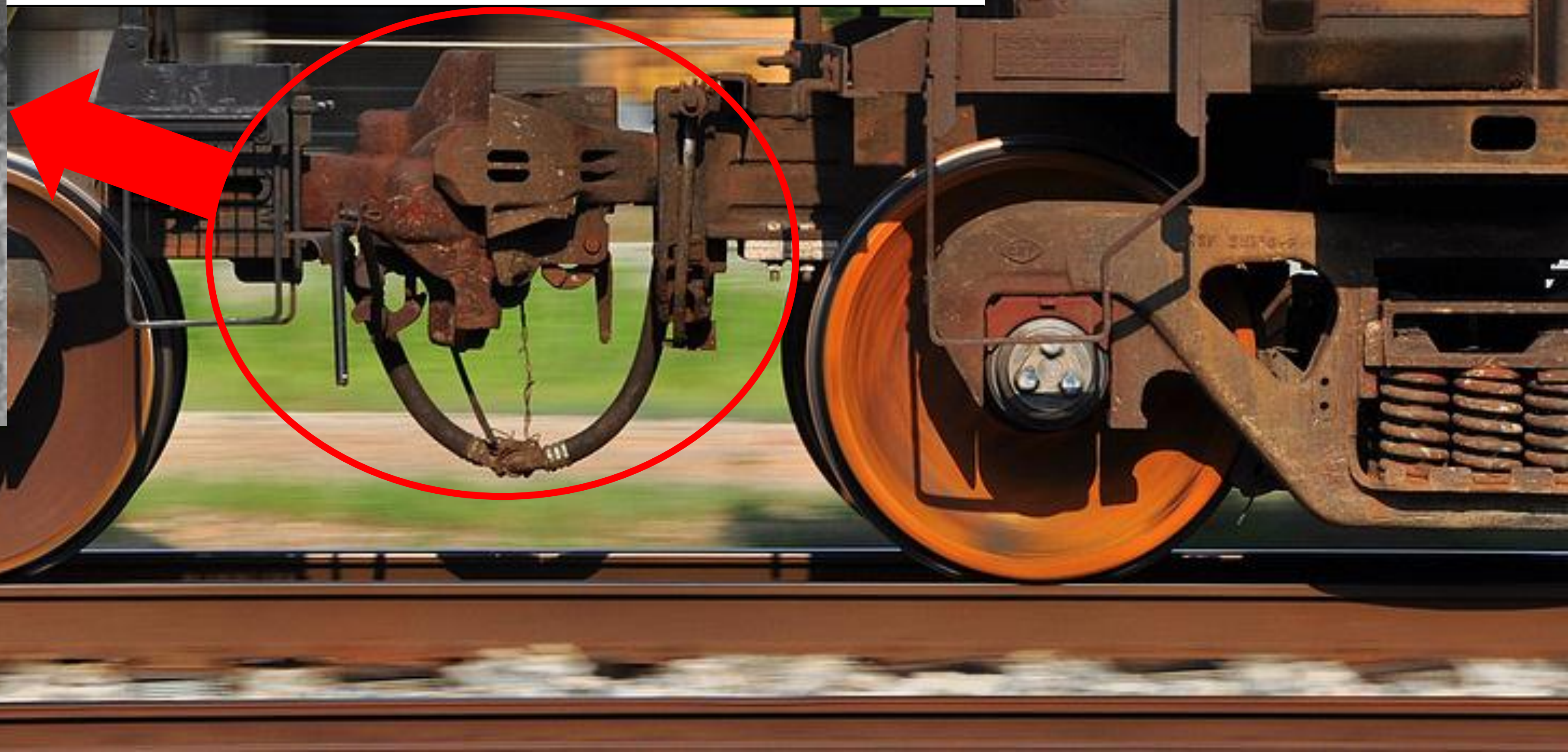
# **Analisa Pengaruh Temperatur *Tempering* terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Baja AAR-M201 Grade E**

**Imam Ahmad Suryana  
2712100068**

**Dosen Pembimbing: Ir. Rochman Rochiem, M.Sc  
Tubagus Noor Rochmannudin ST, M.Sc**

# AAR-M201 Grade E

Perlakuan	Quench – Temper
Kekuatan Luluh (MPa)	689,47
Kekuatan Tarik (MPa)	827,37
Elongasi (%)	14
Reduksi Area (%)	30
Kekerasan (BHN)	241 – 311



# LATAR BELAKANG

---

Untuk mendapatkan material yang sesuai dengan standar spesifikasi, salah satunya adalah dengan melakukan proses perlakuan panas.

Ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam proses ini, salah satunya adalah Temperatur.

# TUJUAN

---

- Menganalisis pengaruh Temperatur *Tempering* terhadap struktur mikro baja AAR-M201 Grade E -
- Menganalisis pengaruh Temperatur *Tempering* terhadap sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E -

# RUMUSAN MASALAH

---

Bagaimana pengaruh Temperatur *Tempering* terhadap struktur mikro baja AAR-M201 Grade E ?

Bagaimana pengaruh Temperatur *Tempering* terhadap sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E ?

# BATASAN MASALAH

---

- Komposisi kimia setiap spesimen diasumsikan sama -
- Asumsi tidak ada penurunan temperatur saat spesimen keluar dari dapur pemanas -
  - Lama waktu pemindahan spesimen dari dapur pemanas ke media pendingin diasumsikan konstan untuk semua spesimen -
  - Pengaruh lingkungan diabaikan -

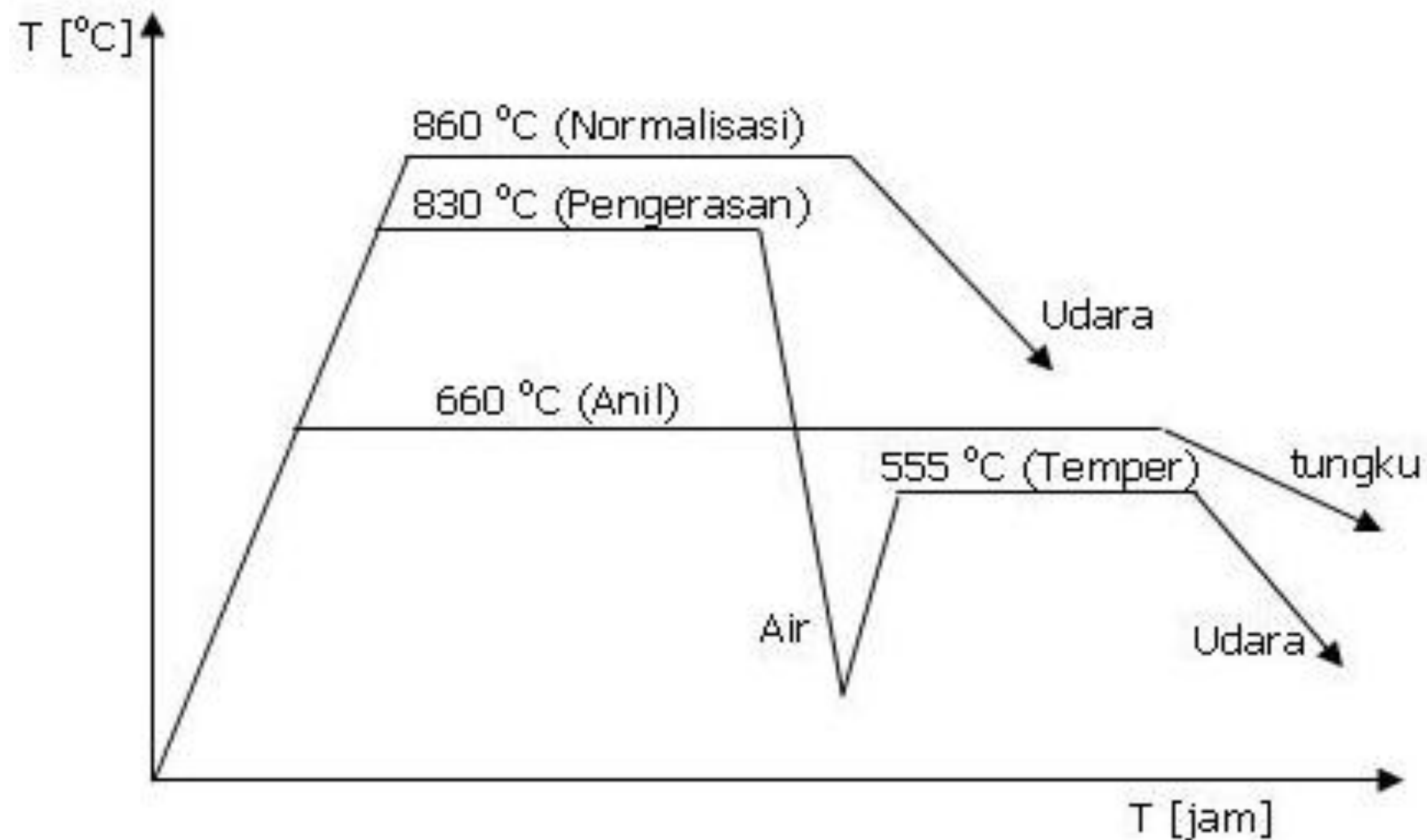
# TINJAUAN PUSTAKA

---



# PERLAKUAN PANAS

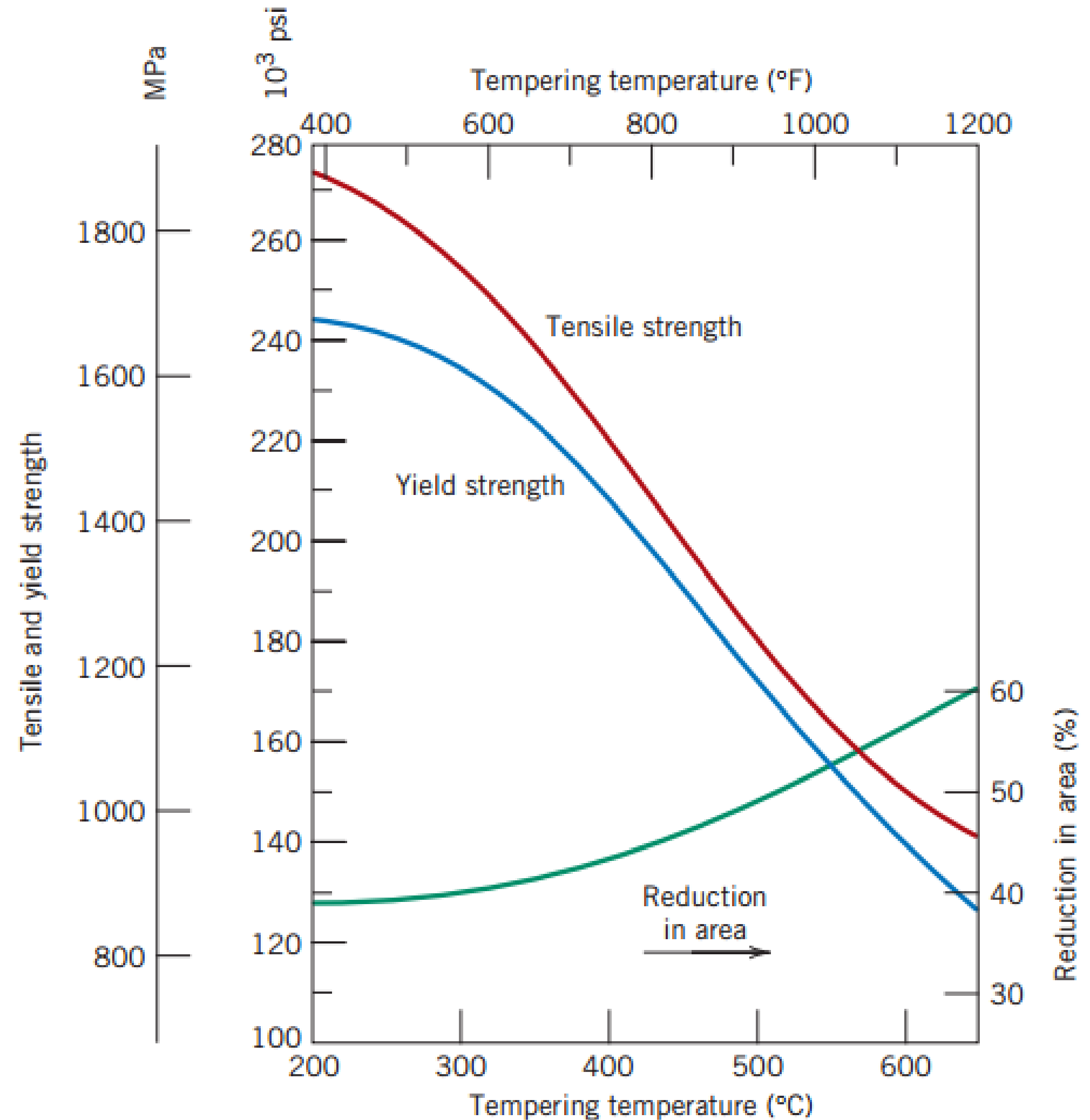
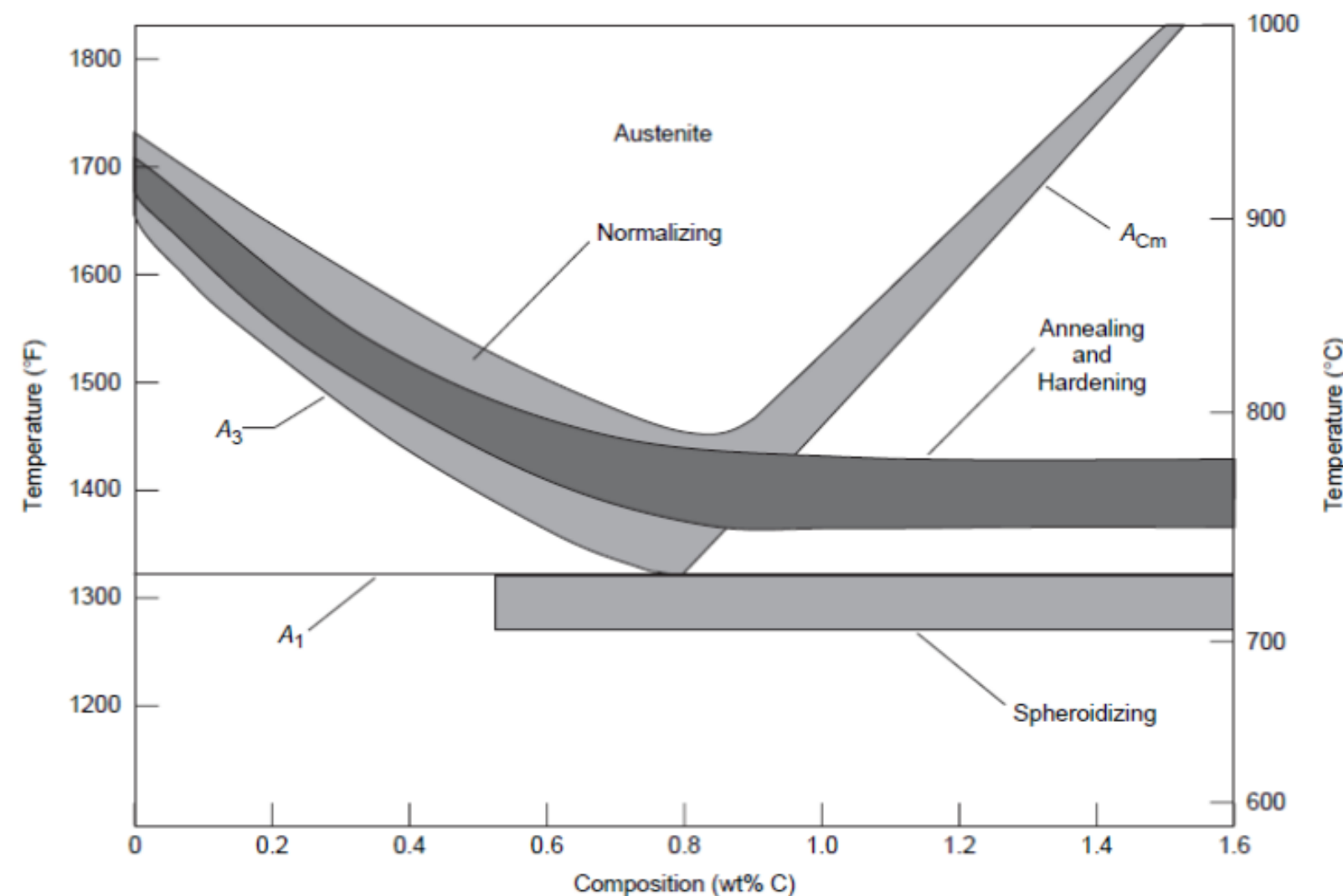
Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam dalam keadaan padat selama waktu tertentu untuk mendapatkan sifat tertentu. (Avner, 1974)



Kurva Perlakuan Panas pada manganese steel (Brunhuber, 1988)

# TEMPERING

Tempering adalah proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan sampai temperatur dibawah temperatur kritis terendah ( $A_1$ ), lalu didinginkan pada laju yang diinginkan. Proses ini bertujuan untuk mengembalikan sebagian keuletan/ketangguhan, berakibat turunnya kekerasan, dan melepas tegangan dalam untuk memperoleh keuletan yang lebih baik. (Clark & Varney, 1962)



# DIAGRAM TRANSFORMASI

Diagram transformasi menunjukkan hubungan antara laju pendinginan dengan struktur mikro yang terbentuk

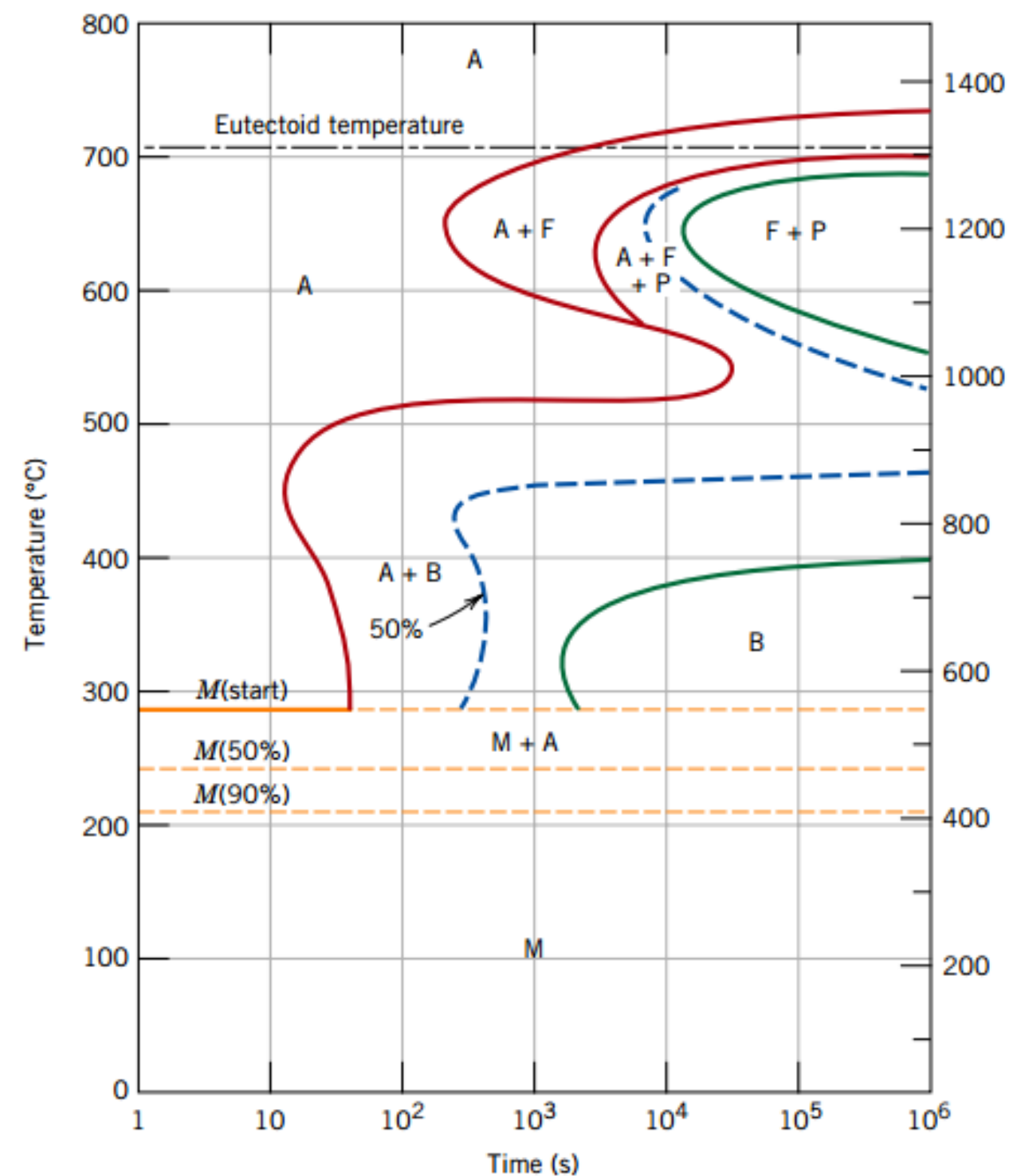


Diagram IT baja paduan rendah.  
(Callister, 2007)

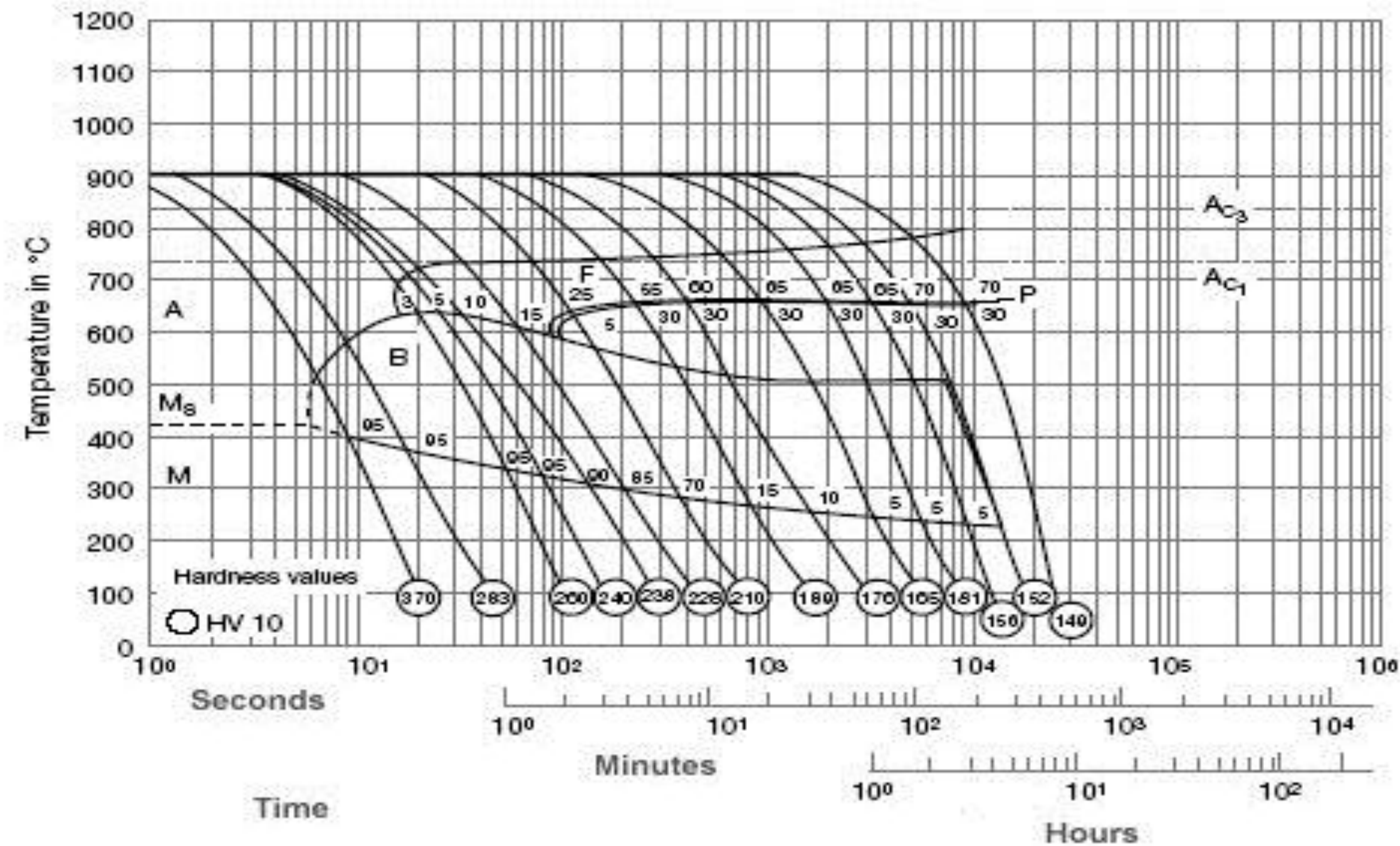
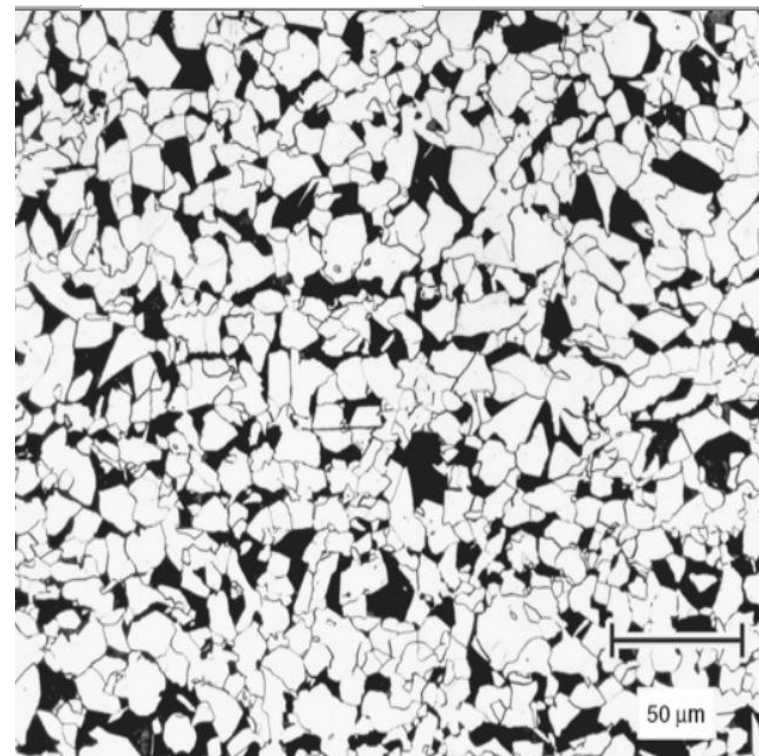


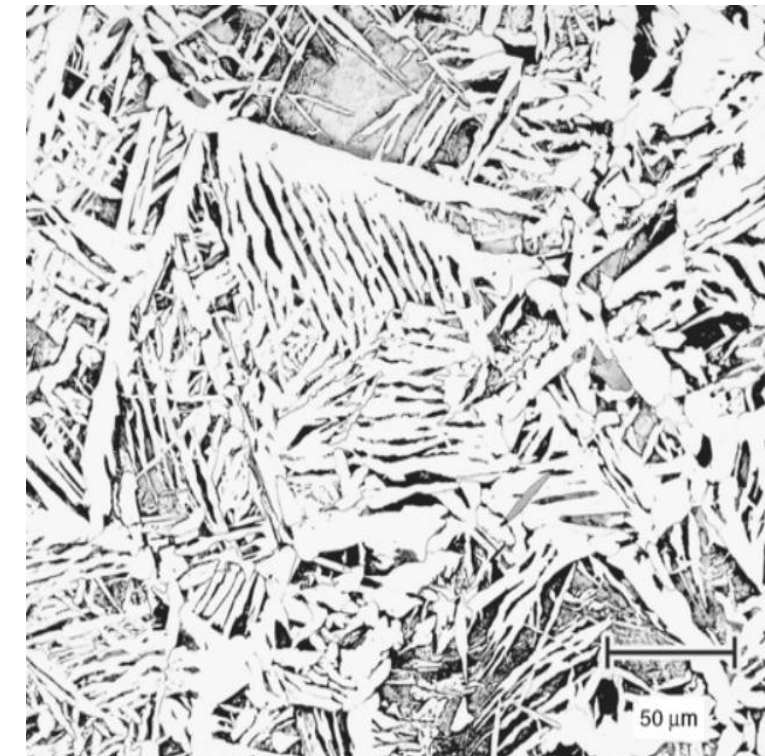
Diagram CCT baja paduan mangan.  
(Thelning, 1984)

# FASA HASIL TRANSFORMASI

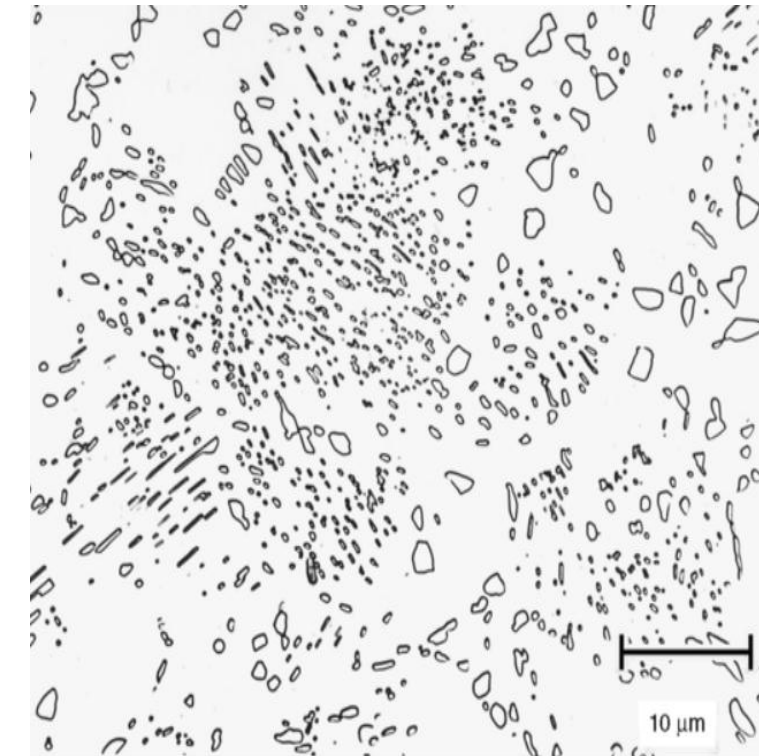
Fasa yang terbentuk dari proses transformasi dipengaruhi oleh proses perlakuan panas dan komposisi kimia baja.



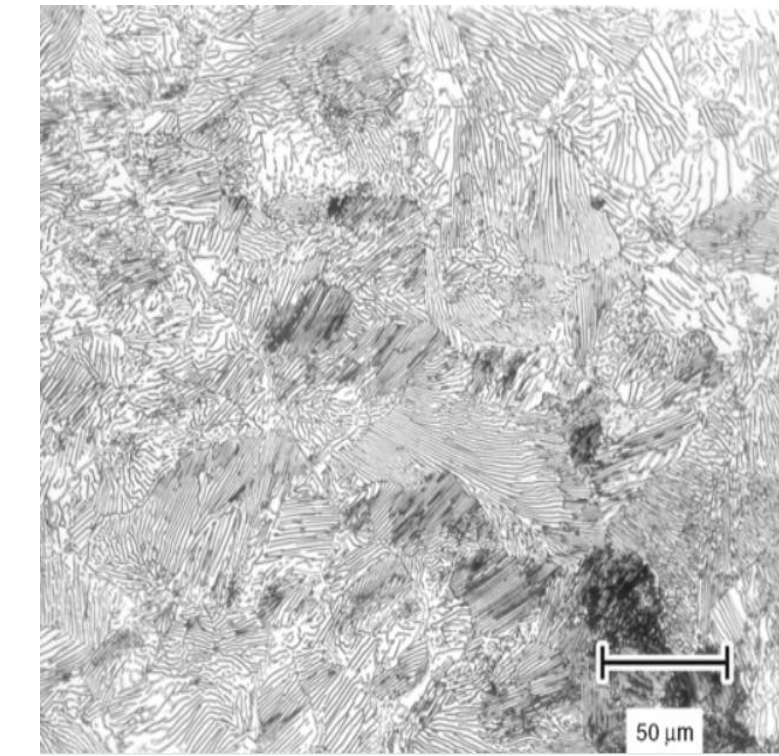
**Ferrit - Perlit**



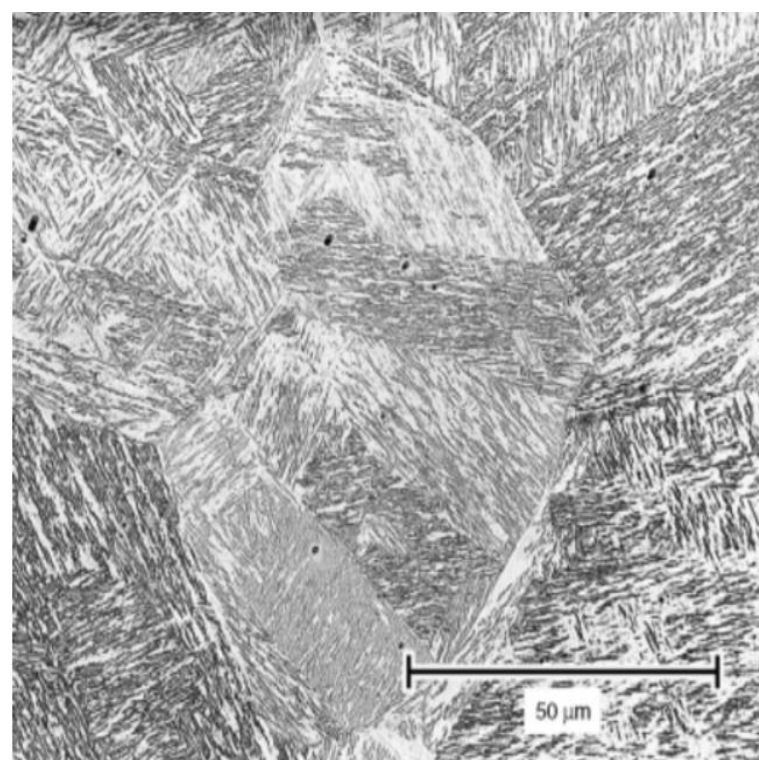
**Widmanstätten**



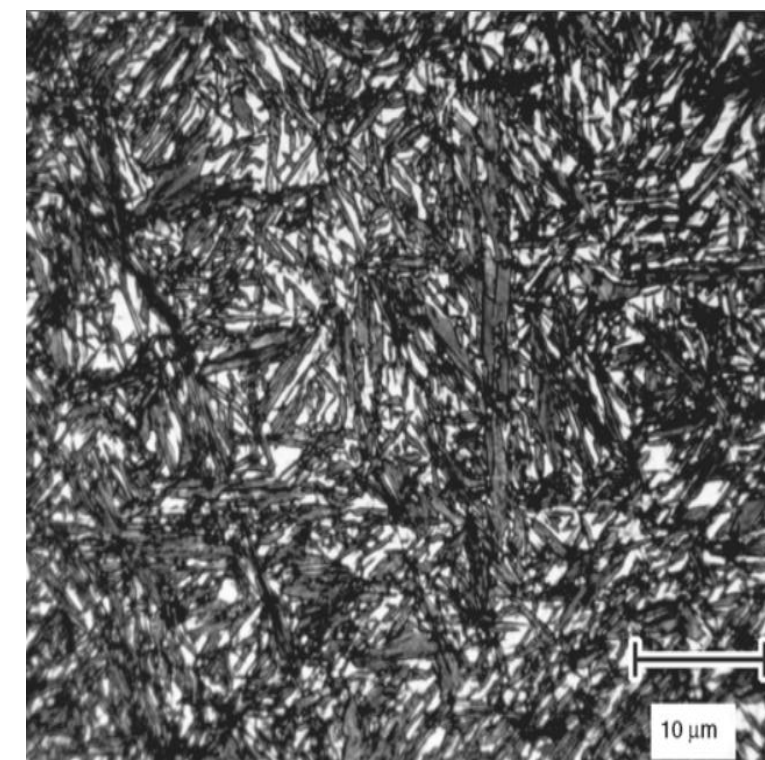
**Sementit**



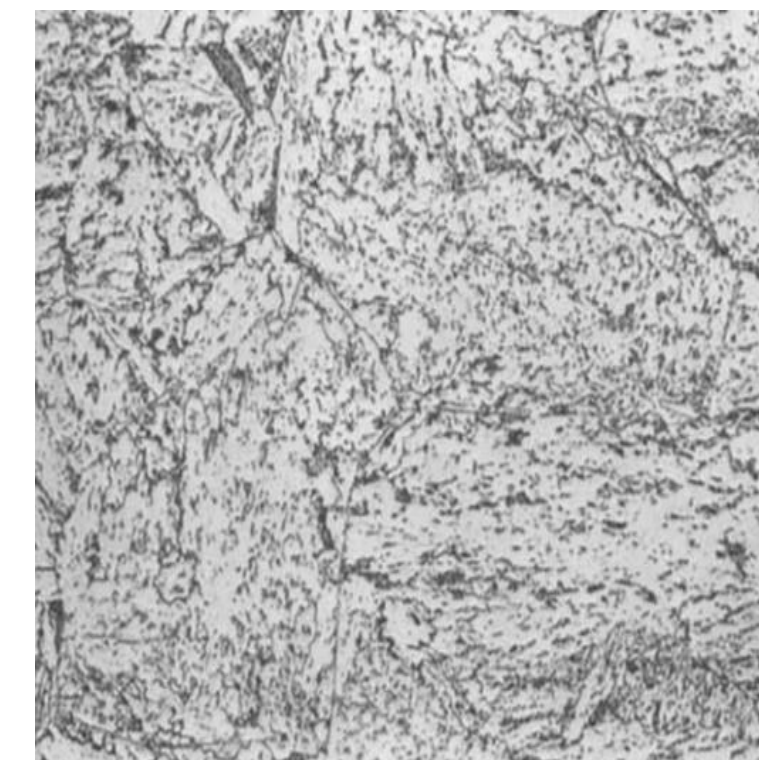
**Perlit**



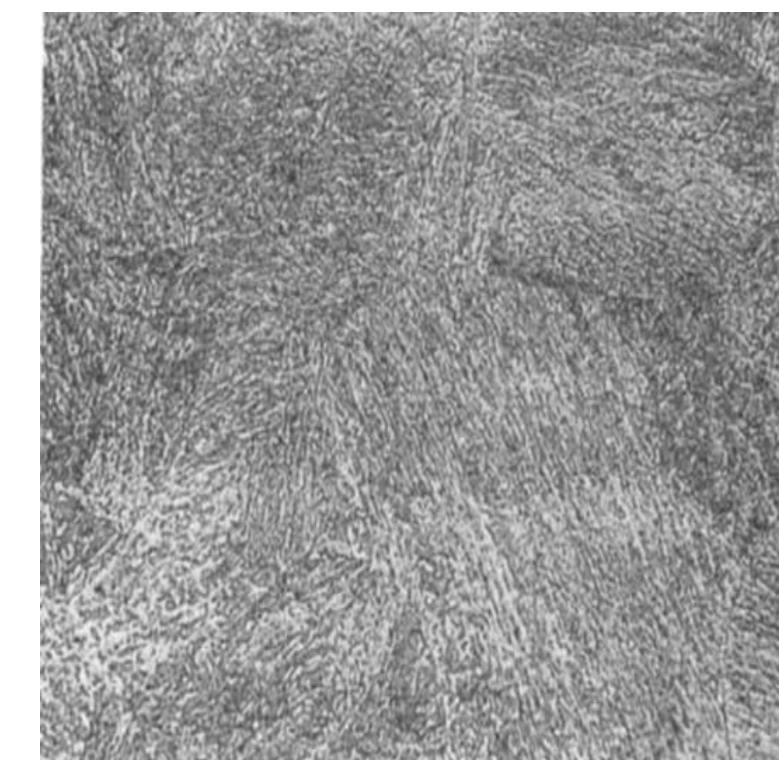
**Lath Martensite**



**Plate Martensite**



**Upper Bainite**



**Lower Bainite**

(ASM Handbook vol. 9: Metallography and Microstructure, 2004)

# Kajian Penelitian Sebelumnya

---

- **Fransiskus G. Damanik (2010)**

Pengaruh proses perlakuan panas hardening, normalising, dan tempering terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E.

*Hardening* dilakukan pada temperatur 910°C dengan media pendingin oli, kemudian dilakukan lagi tempering dengan temperatur 650, 600, dan 550°C dengan media pendingin udara.

Berdasarkan hasil pengujian, baja AAR-M201 Grade E pada *hardening* pada temperatur 910° dilanjutkan tempering pada temperatur 600°C memiliki sifat mekanik yang persyaratan standar baja AAR-M201 Grade E.

- **Jin Huang dkk. (2013)**

Investigasi kegagalan pada *steel knuckle* yang terbuat dari baja AAR-M201 Grade E.

Pada proses perlakuan panas yang dilakukan, baja ini pada awalnya dinormalisasi pada 900-920°C selama 3,5-4 jam dan didinginkan di udara.

Kemudian dipanaskan sampai 870-880°C dan waktu tahan selama 3-3,5 jam, *diquench* di air, dan diikuti tempering pada 510-550°C selama 3,5-4 jam. Pada analisa penyebab kegagalan, sifat mekanis *steel knuckle* tidak memenuhi standar baja AAR-M201.

# Kajian Penelitian Sebelumnya

---

- **Ghulam Isaq Khan (2015)**

Pengaruh temperatur tempering terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E.

Baja AAR-M201 Grade E mendapatkan perlakuan hardening dengan temperatur 925 °C dan waktu tahan 45 menit. Kemudian baja diberikan perlakuan tempering pada variasi temperatur 625, 650, dan 675 °C dengan waktu tahan 45 menit.

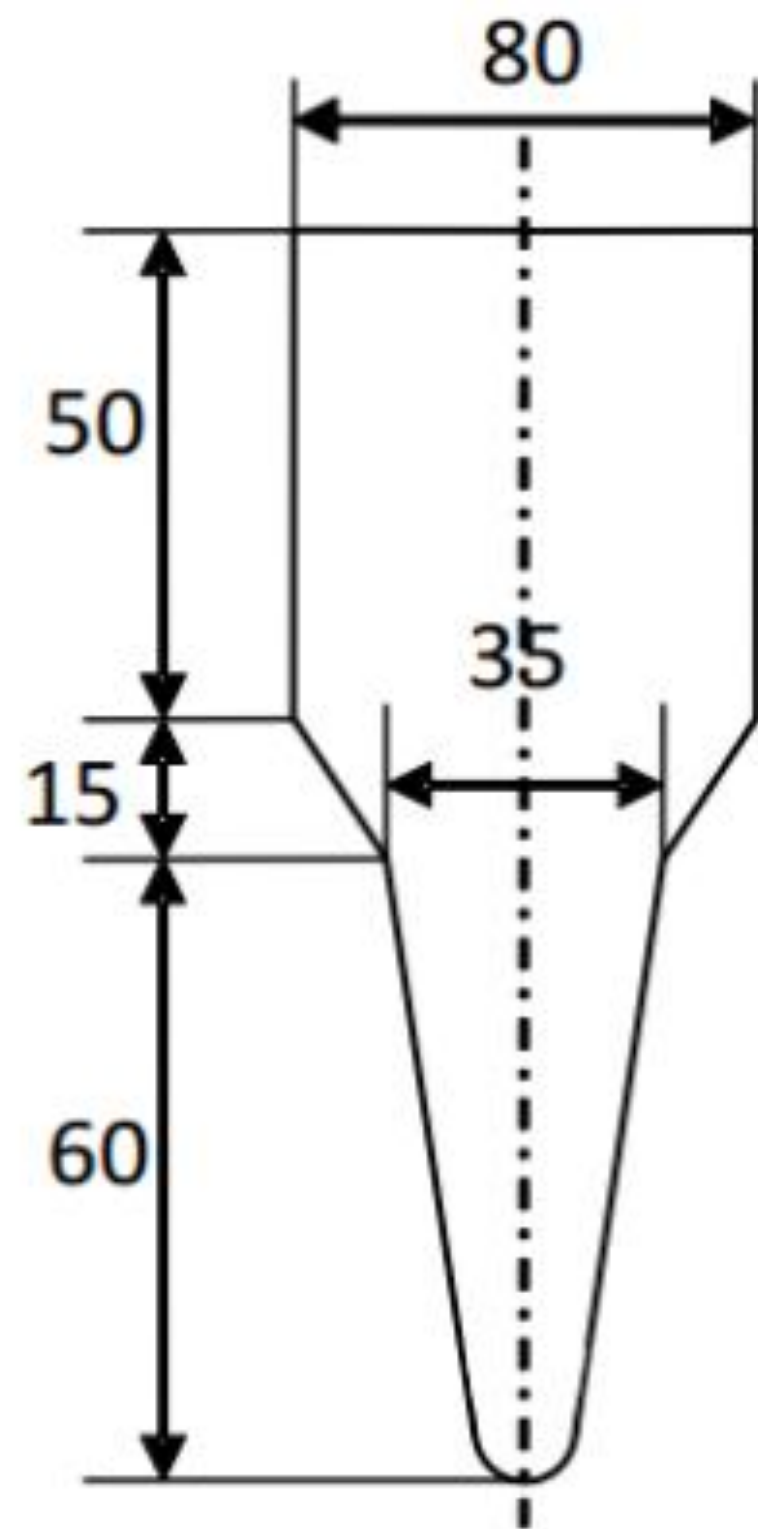
Hasil yang didapat, spesimen dengan variasi temperatur tempering 650 °C memenuhi spesifikasi kekuatan sesuai standar AAR-M201 Grade E. Namun, nilai persentase reduksi area masih belum memenuhi standar.

# METODE PENELITIAN

---

# MATERIAL UJI

Material yang digunakan adalah baja AAR-M201. Baja ini termasuk dalam kategori *Low Alloy Cast Steel*, dengan unsur paduan paling dominan berupa mangan (Mn). Baja ini juga sering disebut sebagai *Manganese Steel*.

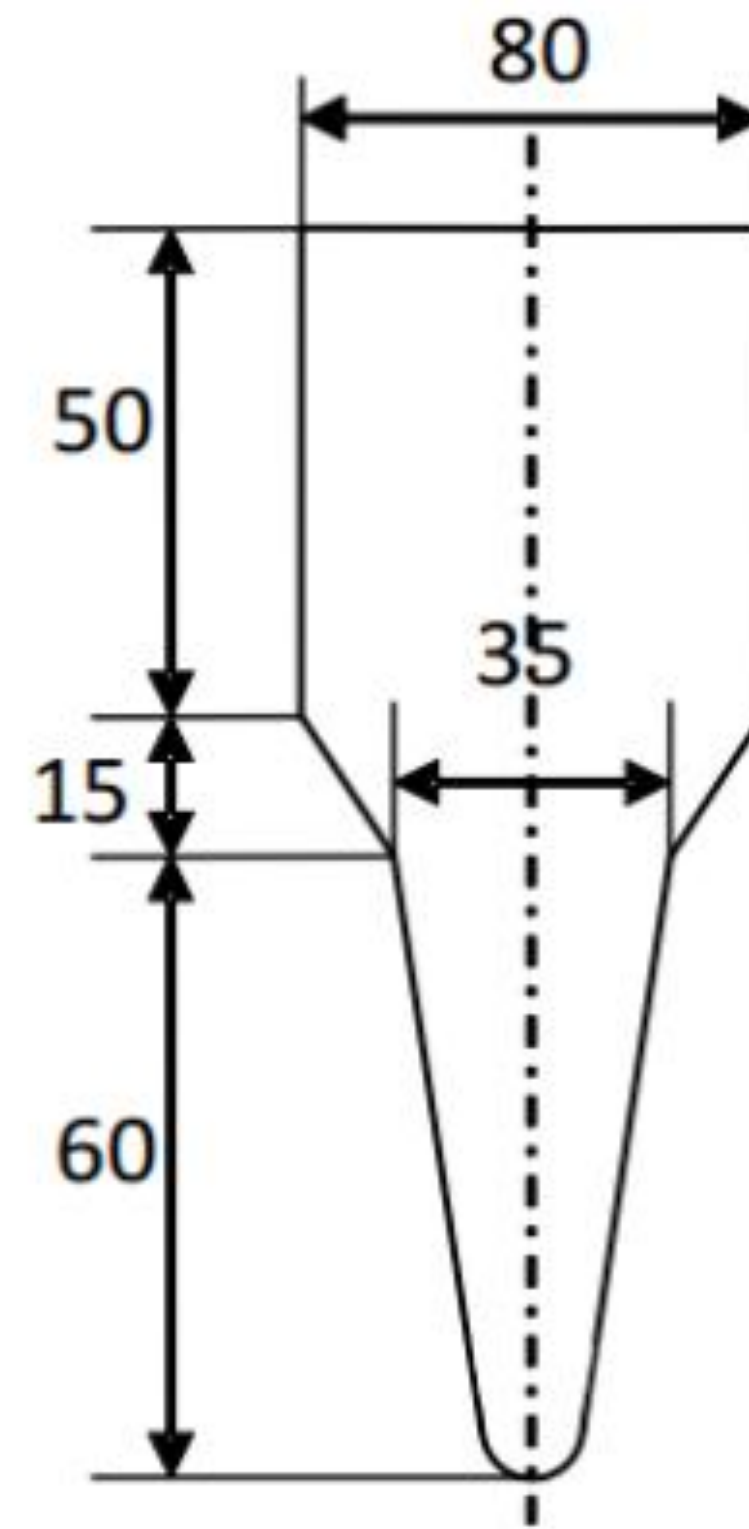


Grade dan Perlakuan Panas		Sifat Mekanik				
Grade	Perlakuan Panas*	Kekuatan Tarik (MPa)	Kekuatan Luluh (MPa)	Elongasi (%)	Reduksi Area (%)	Kekerasan (BHN)
A	A/N	413,68	206,84	26	38	108
B	N/NT	482,63	262,00	24	36	208
C	NT/QT	620,52	413,68	22	45	241
D	QT	723,94	586,05	17	35	285
E	QT	827,37	689,47	14	30	311



# MATERIAL UJI

Komposisi kimia dari spesimen baja AAR-M201 Grade E adalah sebagai berikut



Unsur	Berat (%)
C, maks 0,32	0,282
Si, maks 1,50	0,425
Mn, maks 1,85	1,469
P, maks 0,04	0,02
S, maks 0,04	0,001
Cr	0,47
Mo	0,308
Cu	0,021
Ni	0,368
Al	0,077
Fe	<i>Balanced</i>
CE, maks 0,88	0,779

# METODE PENELITIAN

---

MULAI

1

PREPARASI SPESIMEN

**Baja AAR-M201 Grade E  
dalam bentuk Y-block**

2

PERLAKUAN PANAS  
Hardening - Tempering

Hardening  
925 °C, 3 jam

Hardening  
925 °C, 3 jam

Hardening  
925 °C, 3 jam

Tempering  
550 °C, 3 jam

Tempering  
600 °C, 3 jam

Tempering  
650 °C, 3 jam

HEAT TREATMENT

3

PENGUJIAN

Sifat mekanik - Mikrostruktur

UJI TARIK

Kekuatan, Keuletan

UJI HARDNESS

Kekerasan

UJI IMPAK

Ketangguhan

METALOGRAFI

Struktur Mikro

HASIL

TESTING

4

ANALISIS

Analisis data dan Pembahasan

5

KESIMPULAN

Kesimpulan dan Saran

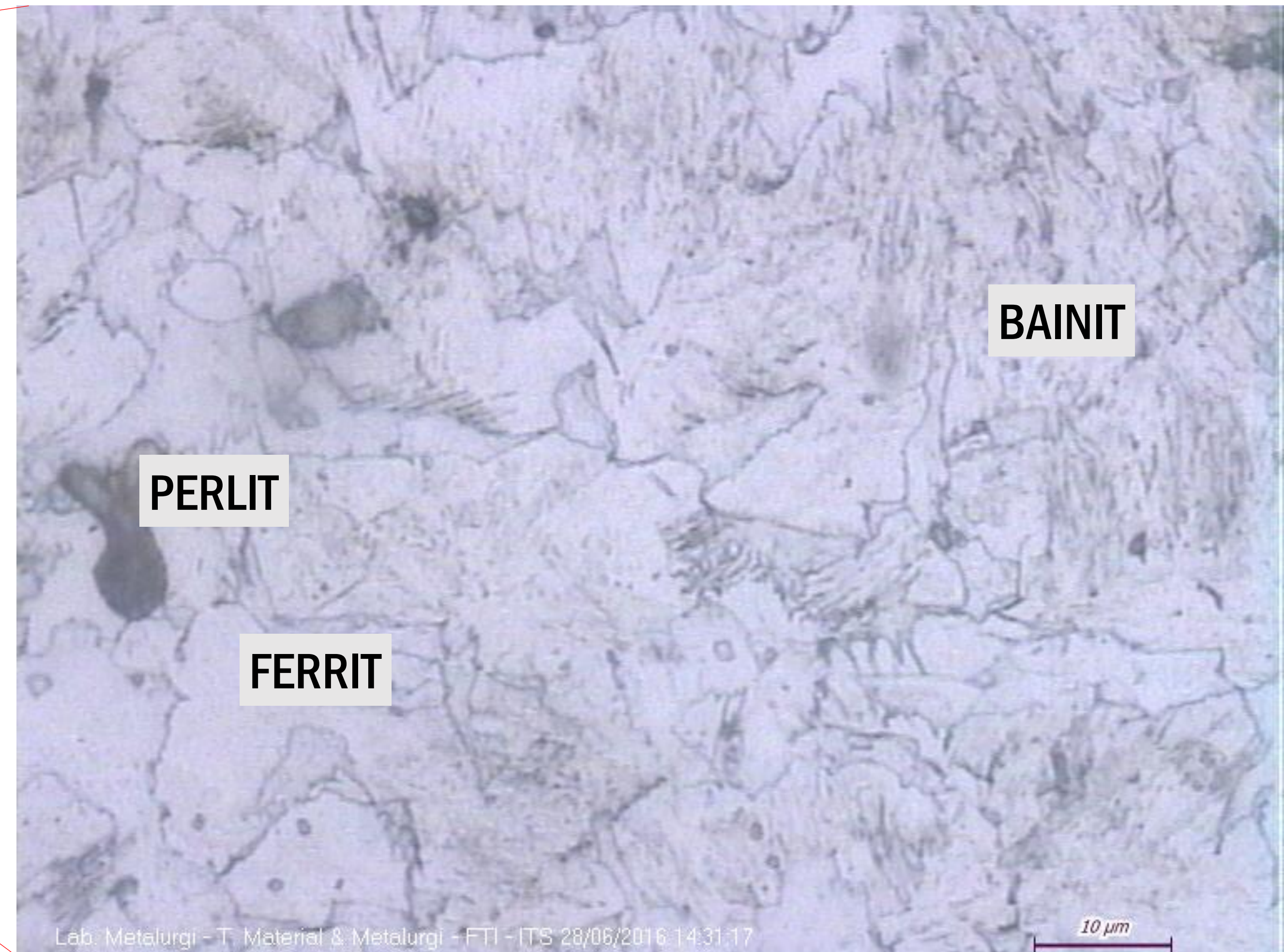
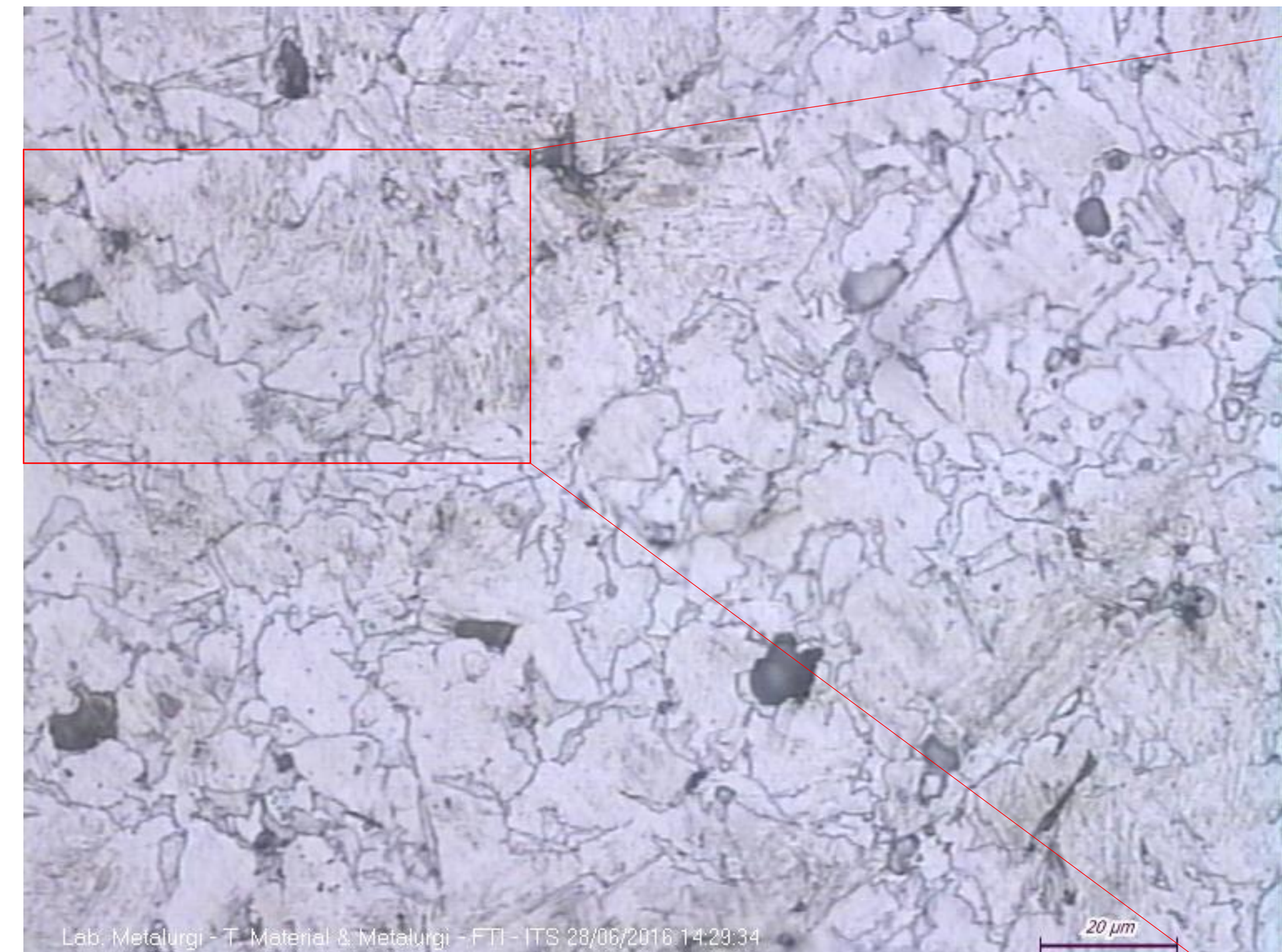
SELESAI

ANALISIS

# HASIL

---

# METALLOGRAFI



**Perlakuan: Hardening 925 °C selama 3 jam**

**Etsa : Pikral**

# METALLOGRAFI



**BAINIT TEMPER**

**Perlakuan : Hardening 925 °C, 3 jam  
Tempering 550 °C, 3 jam**

**Etsa : Pikral**

**Perbesaran : 1000X**



# METALLOGRAFI



**BAINIT TEMPER**

**Perlakuan : Hardening 925 °C, 3 jam  
Tempering 600 °C, 3 jam**

**Etsa : Pikral**

**Perbesaran : 1000X**

# METALLOGRAFI



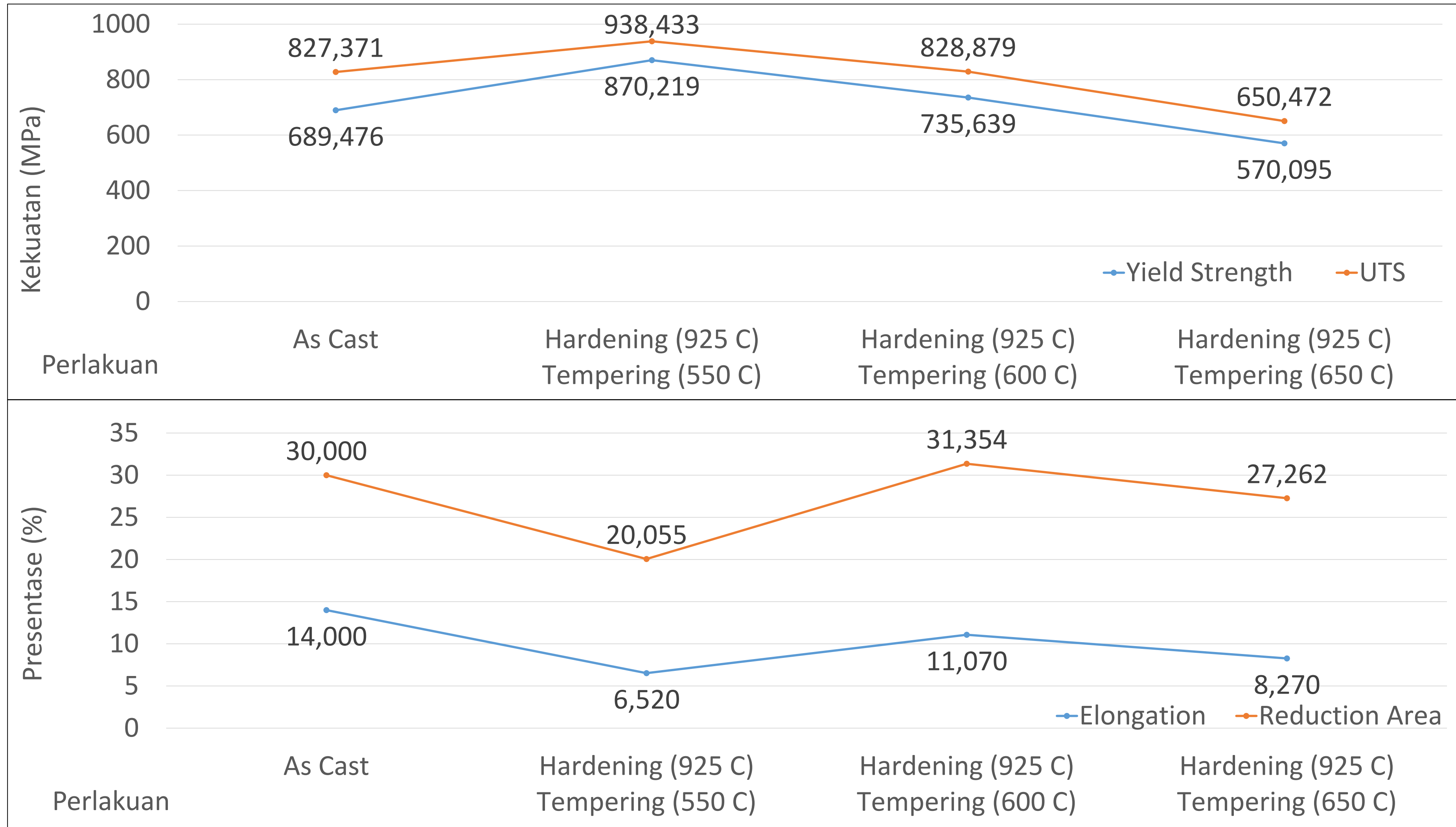
**BAINIT TEMPER**

**Perlakuan : Hardening 925 °C, 3 jam  
Tempering 650 °C, 3 jam**

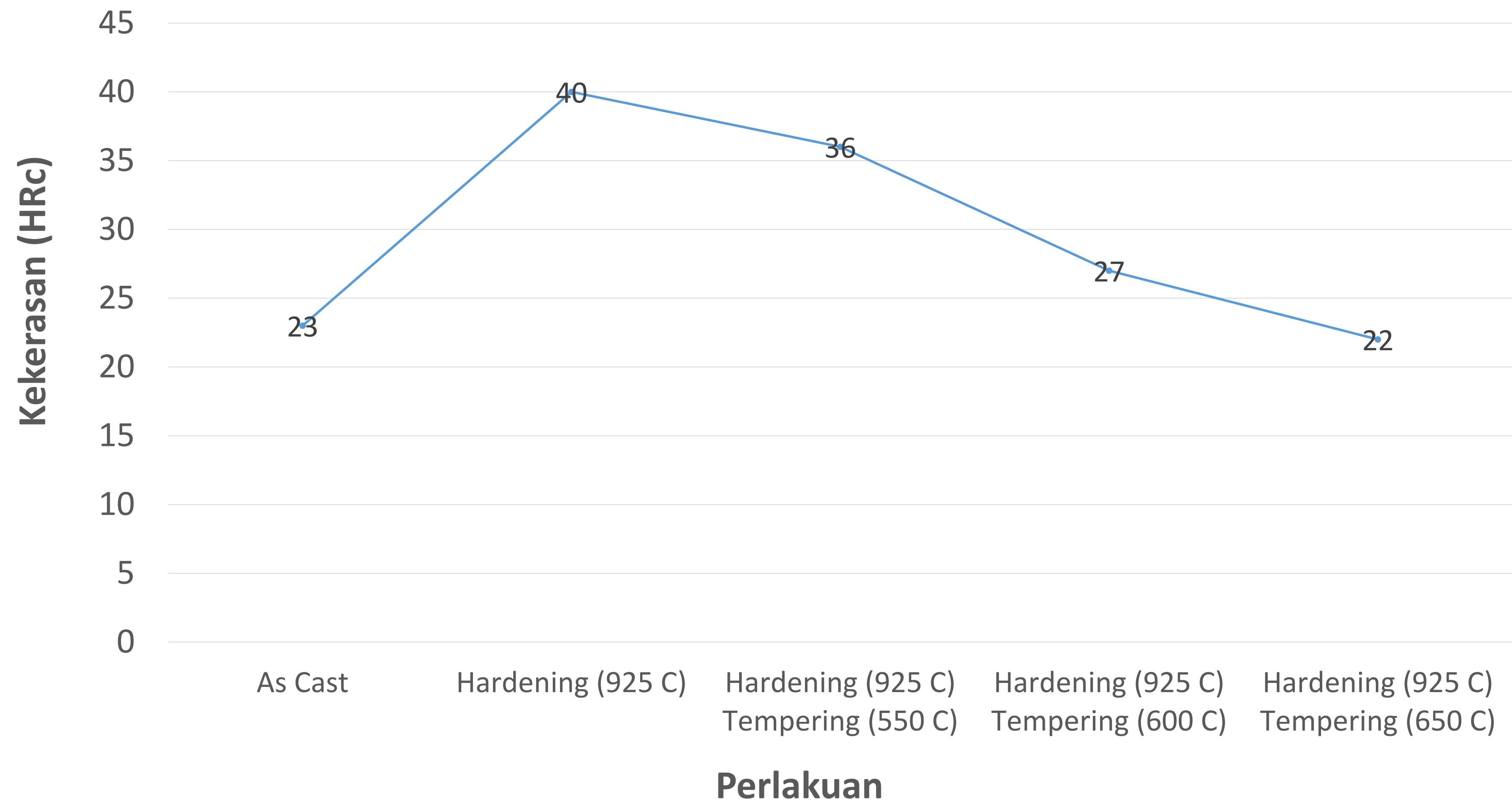
**Etsa : Pikral**

**Perbesaran : 1000X**

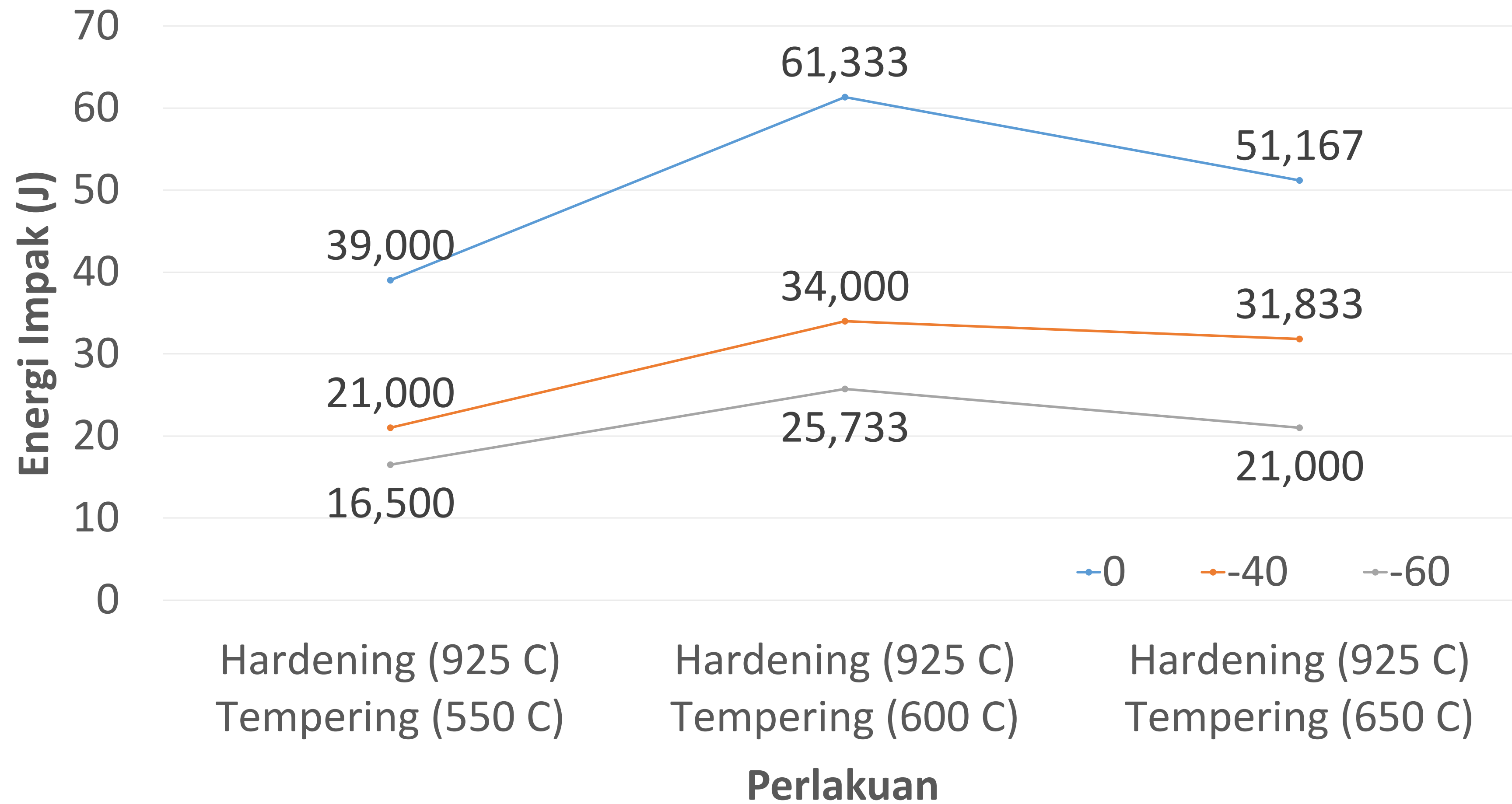
# UJI TARIK



# UJI KEKERASAN



# UJI IMPAK



# PEMBAHASAN

---



Tempering 550 °C



Tempering 600 °C



Tempering 650 °C

# PEMBAHASAN



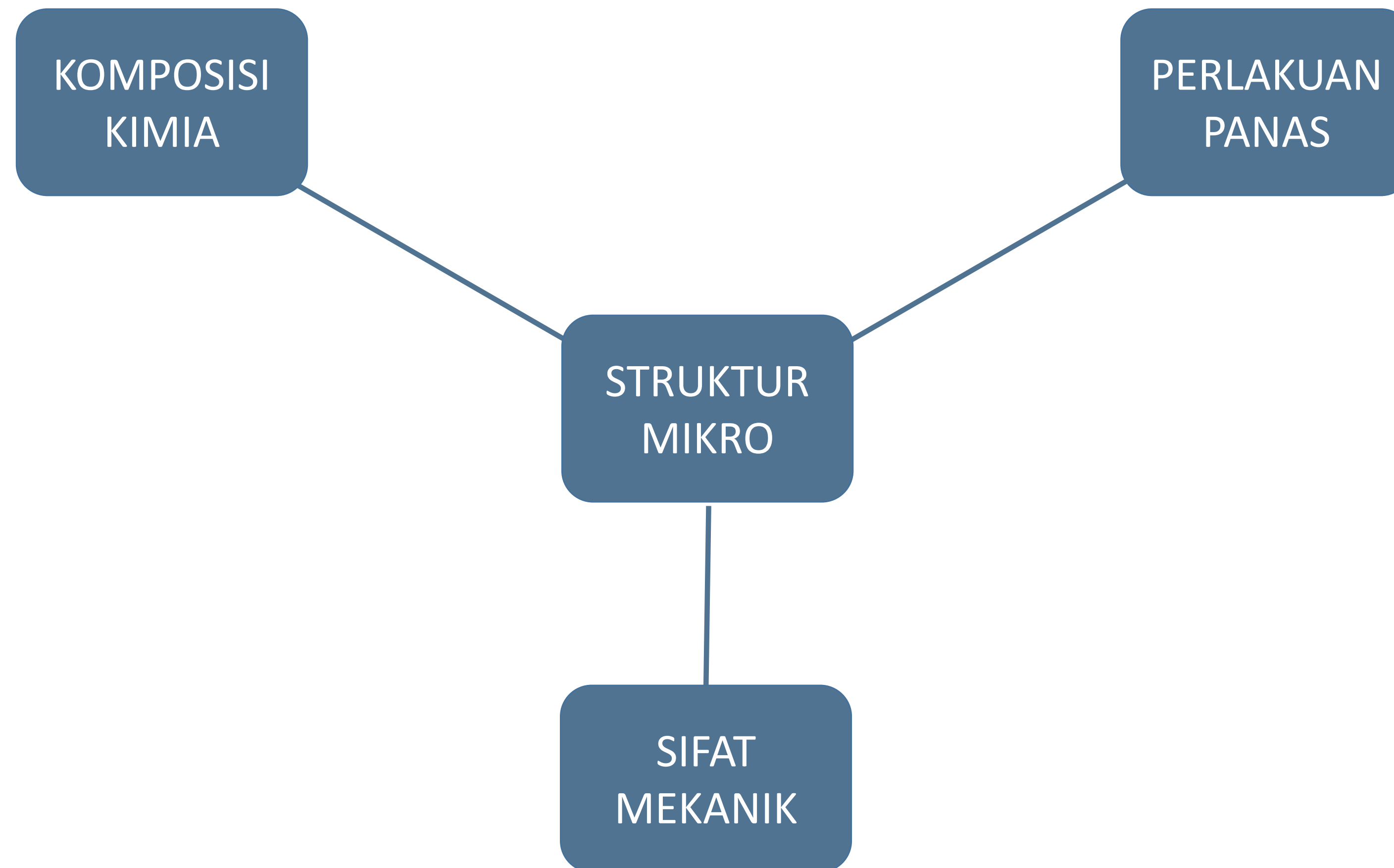
Tempering 550 °C

Tempering 600 °C

Tempering 650 °C

# PEMBAHASAN

---





# KESIMPULAN

---

1. Temperatur tempering mempengaruhi struktur mikro baja AAR-M201 Grade E. Tempering pada baja AAR-M201 Grade E menghasilkan struktur mikro bainit temper. Peningkatan temperatur tempering mengakibatkan struktur menjadi semakin kasar dan mengakibatkan perubahan bentuk pada karbida sementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), yang semula cenderung memanjang (elongated) menjadi cenderung berbentuk bulat (sphere).
2. Temperatur tempering mempengaruhi sifat mekanik baja AAR-201 Grade E. Semakin tinggi temperatur pada proses tempering menyebabkan kekuatan luluh, kekuatan maksimum, dan kekerasan menurun, serta keuletan dan energi impak meningkat. Hasil sifat mekanik paling optimal didapat dari proses tempering pada temperatur  $600\text{ }^\circ\text{C}$ , menghasilkan nilai kekuatan tarik 828,88 MPa, kekuatan luluh 735,64 MPa, elongasi 11%, reduksi area 31,35%, kekerasan 27 HRc, dan kekuatan impak sebesar 34 Joule pada temperatur  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ . Nilai yang dihasilkan hampir seluruhnya memenuhi standar AAR, kecuali nilai elongasi.