PENGARUH JENIS BAHAN DAN PROSES PENGERASAN TERHADAP KEKERASAN DAN KEAUSAN PISAU TEMPA MANUAL

Balkhaya
2114201007

Dosen Pembimbing
Suwarno, ST., M.Sc., Ph.D.

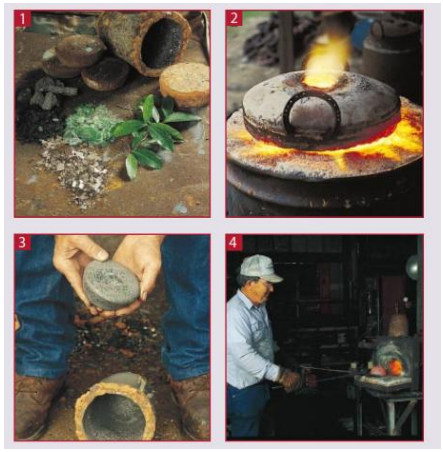
LATAR BELAKANG

Alat potong bidang pertanian

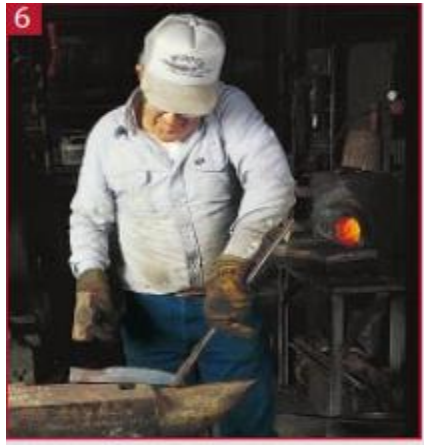
Alat potong bidang makanan

Pembuatan pisau berkulaitas

❑ Metode Damaskus



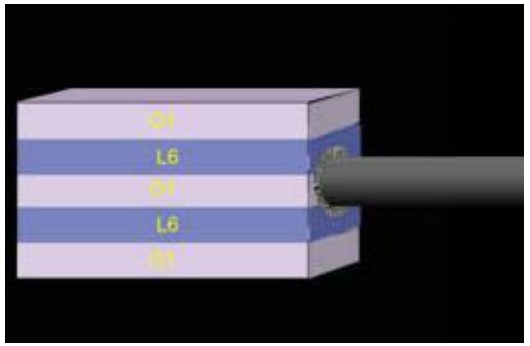
komposisi



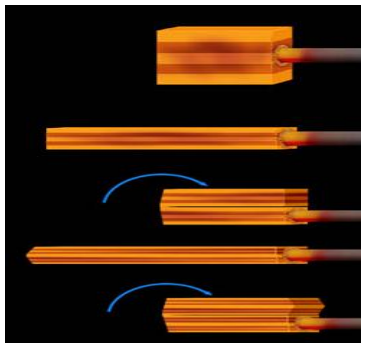
Proses Tempa

finishing

❑ Metode Jepang *(Pattern Welding)*



Bahan

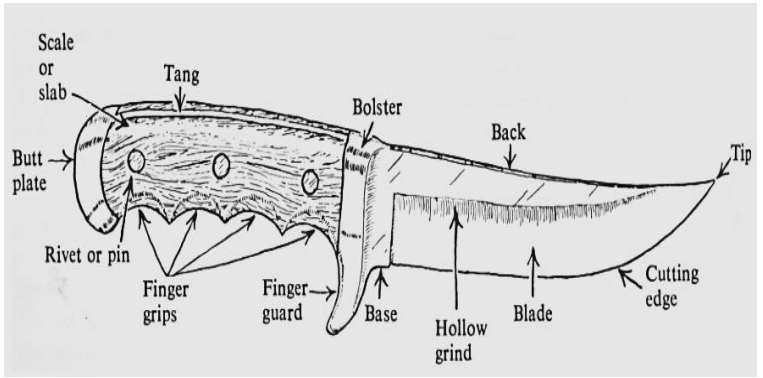


Tempa dan pembentukan pola

Pisau setelah *finishing*

Pemanasan menggunakan tungku arang

Open forging
Pande besi tradisional melakukan penempaan secara manual dalam proses pembuatan pisau



LATAR BELAKANG

Pisau produksi pande besi tradisional

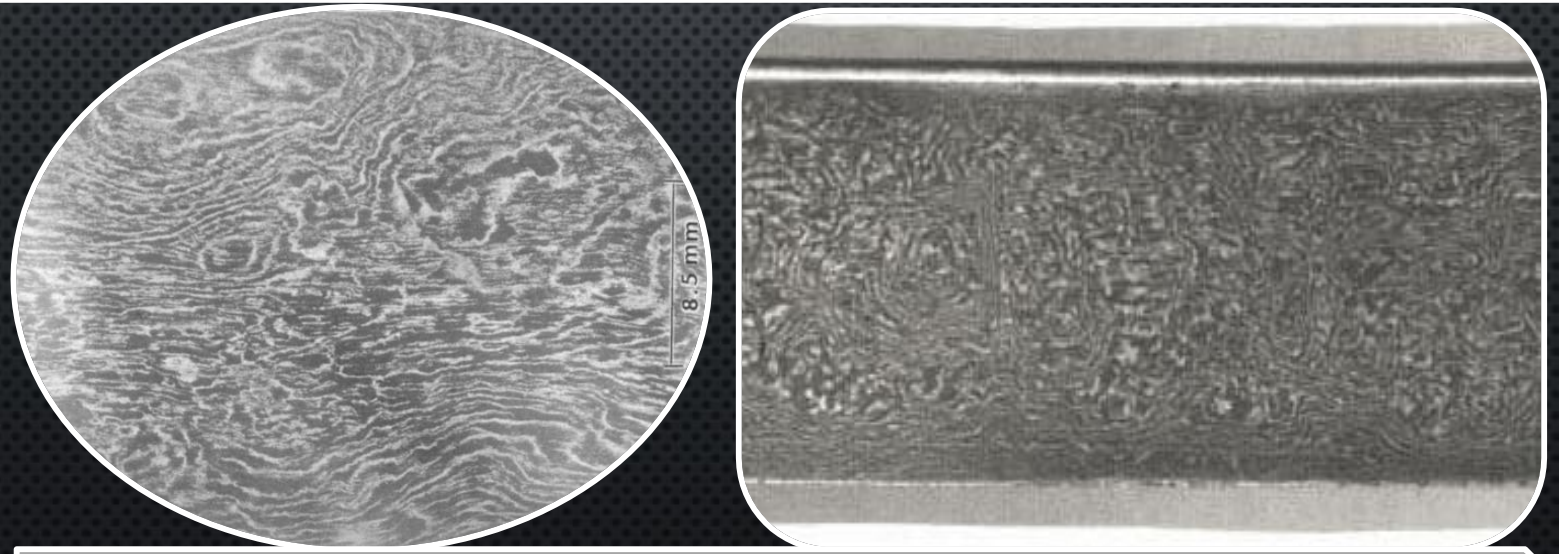
Kualitas Pisau

- **Pemilihan bahan**
- **Proses penempaan**
- **Perlakuan panas**
- ***finishing* yang tepat**

Pisau Damaskus metode *pattern welding*

Fatollahi , 2011

Unsur-unsur baja Damaskus menunjukkan bahwa terdapat C, Mn , P, S, Si, Ni, Cu, V dan Ti. Baja Damaskus termasuk dalam baja karbon tinggi (*ultra-high carbon* (UHC)) dengan komposisi kimia *hyper-eutectoid* terdiri dari pearlit (*lembaran cemectite* dan *ferrite*). Pada permukaan pisau damaskus lembaran-lembaran cementit tidak tersusun secara paralel melainkan bergelombang. hal ini dipengaruhi oleh proses penempaan yang tidak terdeformasi secara seragam melainkan berbentuk pola damask. Selain itu unsur-unsur seperti V dan Cr juga berpengaruh dalam pembentukan pola damask **(Verhoeven, 2001)**



Struktur mikro permukaan pisau damaskus

Verhoeven dkk., 2008

Penelitian pada sisi tajam pisau tempa manual. Penelitian dilakukan dengan memvariasi kekerasan dengan cara *forging*, *quenching* dan *tempering*

Bahan

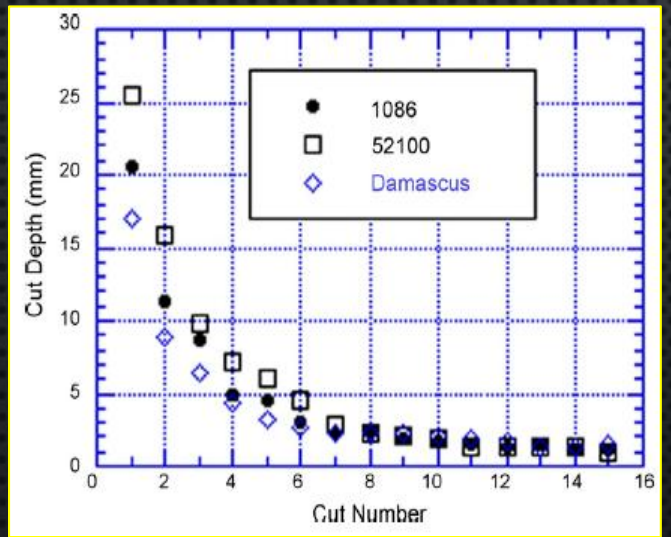
Baja AISI 1086, baja AISI 52100, baja damaskus dan baja AEB-L

Alat uji

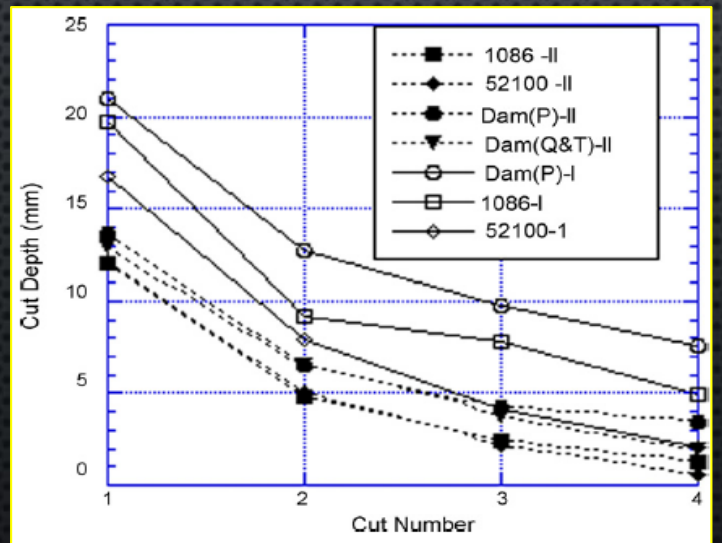
Mesin potong kertas otomatis

HASIL

Pisau baja AISI 52100 dengan kekerasan 61 HRC memiliki ketajaman lebih baik dari pisau baja AISI 1086. Secara umum pisau baja AISI 52100 dan pisau baja AISI 1086 lebih baik dari pisau baja Damaskus.



Kekerasan 61 HRC



Kekerasan 41 HRC

Tingkat kekerasan 41 HRC, pisau damaskus dengan matrik perlit halus atau hasil *quenching* memiliki ketajaman sedikit lebih tajam dari pisau baja AISI 52100, pisau baja AISI 1086 dan pisau baja AEB-L.

❑ Baja JIS SUP 9

Unsur : C, Mn, P, Si, Cr, Cu, Ni, Mo dan F

Kekerasan : 39-43 HRc

Aplikasi

Pegas mobil

Pisau

❑ Baja AISI L-6

Unsur paduan C, Ni, Mn, Si, Mo dan V

Kekerasan 49-51HRc.

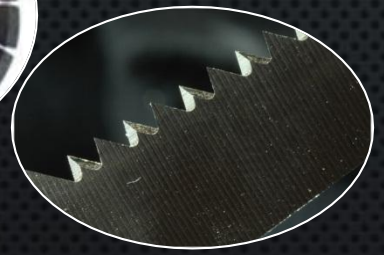
Karakteristik :

- *Hardenability*
- *Strength dan toughness*
- *memiliki* kekerasan seragam

Aplikasi

Hammer hot forging die

Hoh presst tool



Band-saw blade

❑ Baja AISI 4340

Baja paduan rendah Ni, Cr, dan Mo

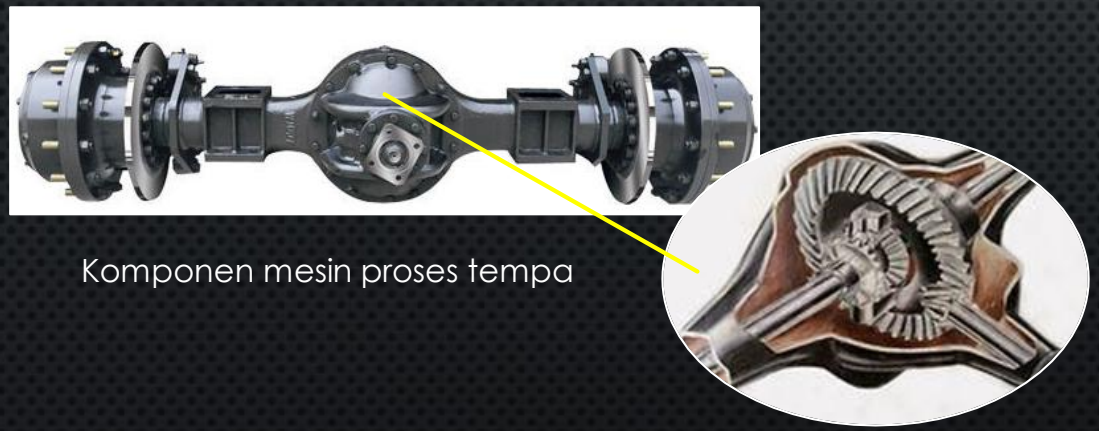
Unsur : C, Si, Mn, Cr, Mo, dan Ni

Kekerasan : 38-41 HRc

Karakteristik :

- Ketangguhan
- Tahan aus
- Kekuatan lelah yang sangat baik

Aplikasi



Komponen mesin proses tempa

❑ Baja AISI 1050

Unsur paduan C, Mn, Si. Kekerasan 27-28HRc.

Karakteristik :

- Tahan aus
- *Hardenability*
- Tempa

Aplikasi

Plastic injection mould

Die set

Bagaimana pengaruh baja AISI 1050, baja AISI 4340, baja AISI L-6, Baja JIS SUP 9 dan proses pengerasan terhadap kekerasan dan keausan pisau tempa manual.

Bagaimana struktur mikro pisau baja AISI 1050, baja AISI 4340, baja AISI L-6, dan baja JIS SUP 9 setelah proses pengerasan.

BATASAN

- Penempaan dilakukan pada baja AISI 1050, baja AISI L-6, baja JIS SUP 9 dengan dimensi 70 x 30 x 10 mm dan baja AISI 4340 dengan dimensi diameter 20 mm dan panjang 67 mm.
- Temperatur awal penempaan dibuat konstan berkisar antara 950-1000°C.
- Tempertur akhir penempaan dibuat konstan berkisar antara 650-670°C.
- Temperatur pengerasan dibuat konstan yaitu temperatur austenisasi (850°C).
- Penempaan dilakukan secara manual pada pende besi tradisional.
- Semua penempaan dilakukan oleh operator yang sama.
- Alat uji dan alat ukur layak dan terkalibrasi.

ASUMSI

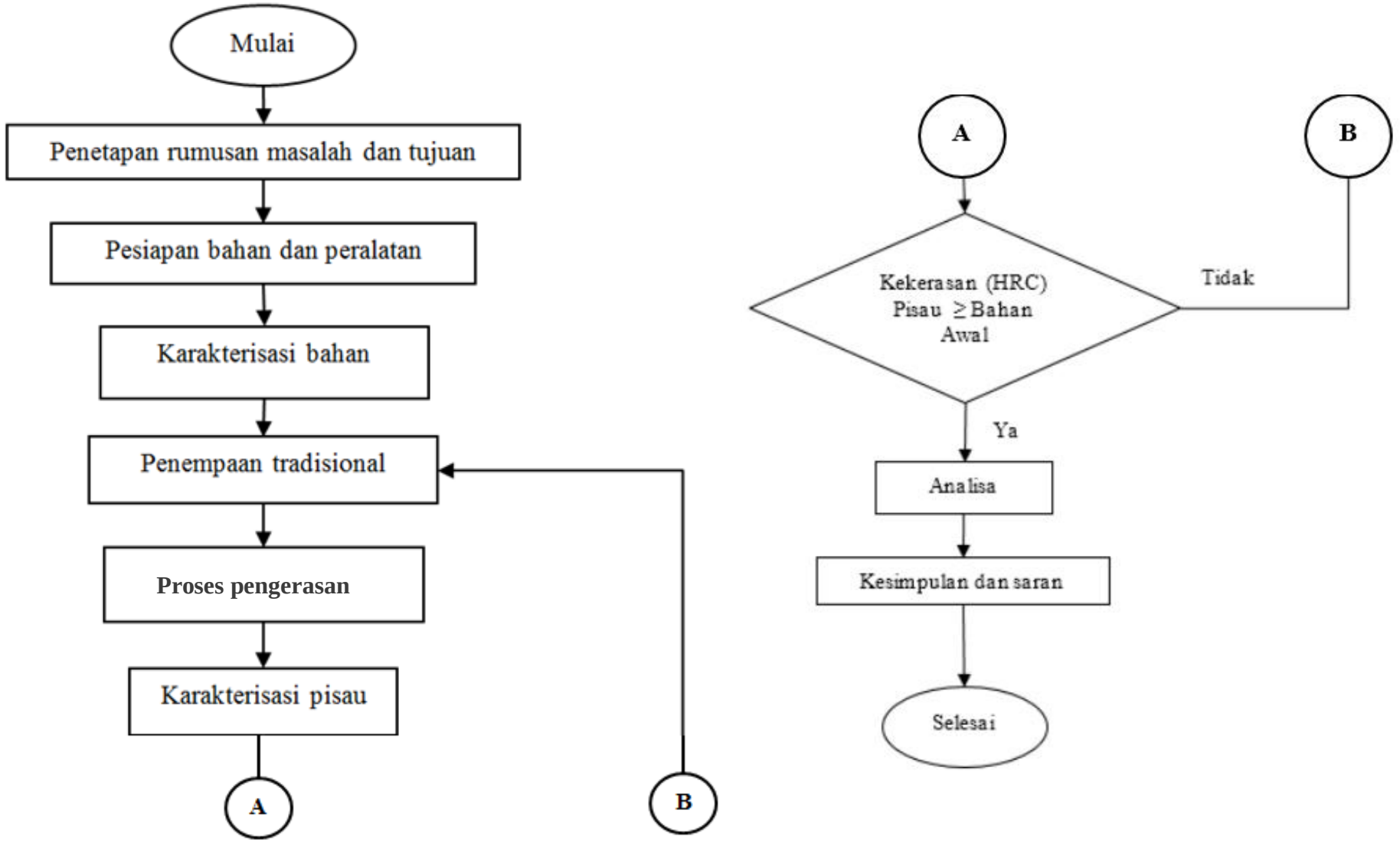
- Seluruh gaya pukulan selama proses penempaan diasumsikan sama.
- Pengaruh tegangan yang ditimbulkan akibat variasi gaya penempaan dianggap sama.
- Proses manufaktur bahan baku sebelum penempaan diasumsikan tidak berpengaruh.

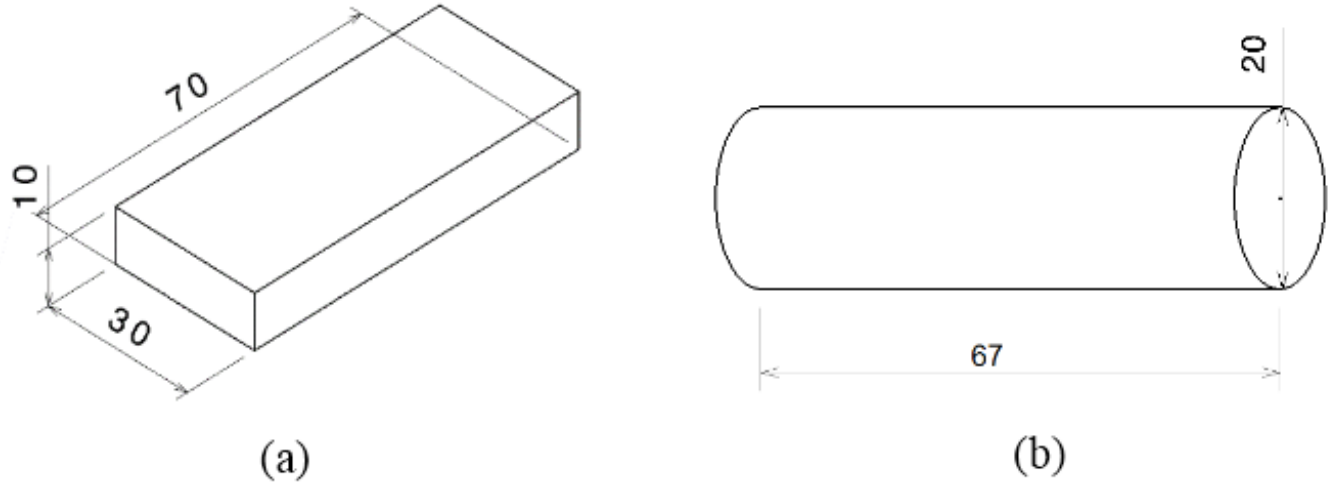
Mengetahui pengaruh, baja AISI 1050, baja AISI 4340, baja AISI L-6, baja JIS SUP 9 dan proses pengerasan terhadap kekerasan dan keausan pisau tempa manual.

Mengetahui struktur mikro pisau baja AISI 1050, baja AISI 4340, baja AISI L-6, dan baja JIS SUP 9 setelah proses pengerasan.

MANFAAT PENELITIAN

- Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya
- Menambah pengetahuan tentang penempaan dan perlakuan panas dalam proses pembuatan pisau menggunakan AISI 1050, baja AISI 4340, baja AISI L-6 dan baja JIS SUP 9.


Mulai
Penetapan rumusan masalah dan tujuan
Pesiapan bahan dan peralatan
Karakterisasi bahan
Penempaan tradisional
Proses pengerasan
Karakterisasi pisau
A
B
A
B
Kekerasan (HRC) Pisau ≥ Bahan Awal
Tidak
Ya
Analisa
Kesimpulan dan saran
Selesai

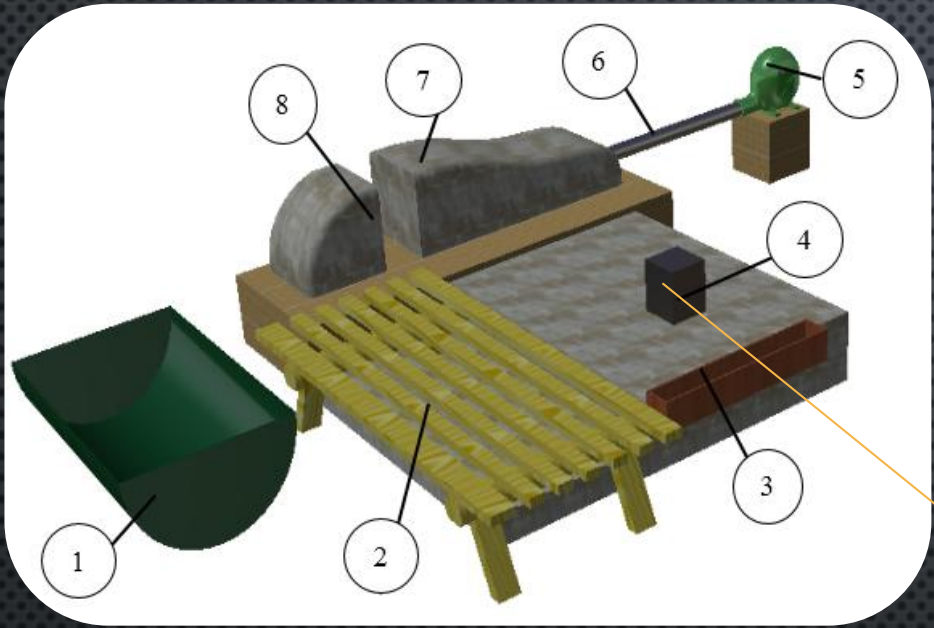


Gambar dimensi bahan awal (a) baja AISI 1050, baja AISI L-6, baja JIS SUP 9 (b) Baja AISI 4340

Tabel Komposisi Kimia Bahan

Bahan	Unsur-unsur (% berat)								
	C	Mn	P	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V
JIS SUP 9	0.62	0.84	0.01	0.28	0.03	0.8	-	0,05	-
AISI L-6	0,55	-	-	0,25	1,70	1,10	0.50	-	0.10
AISI 4340	0.38	0,65	-	0,30	1,60	1,50	0.25	-	0.05
AISI 1050	0.50	0.60	-	0.30	-	-	-	-	-

Tungku Pemanas



Keterangan gambar:

1. Bak air.
2. Tempat duduk.
3. Bak air pendingin.
4. Landasan.
5. Blower/peniup.
6. Pipa besi.
7. Tungku.
8. Saluran udara Ø 15 mm.

Palu Tempa

Berat 4,5 kg, Panjang gagang 600 mm

Pahat

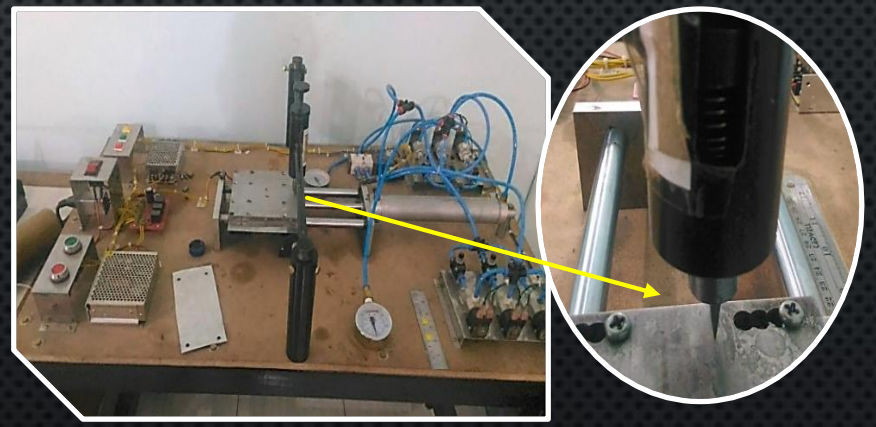
Landasan

Baja dengan dimensi permukaan 100 x 150 mm

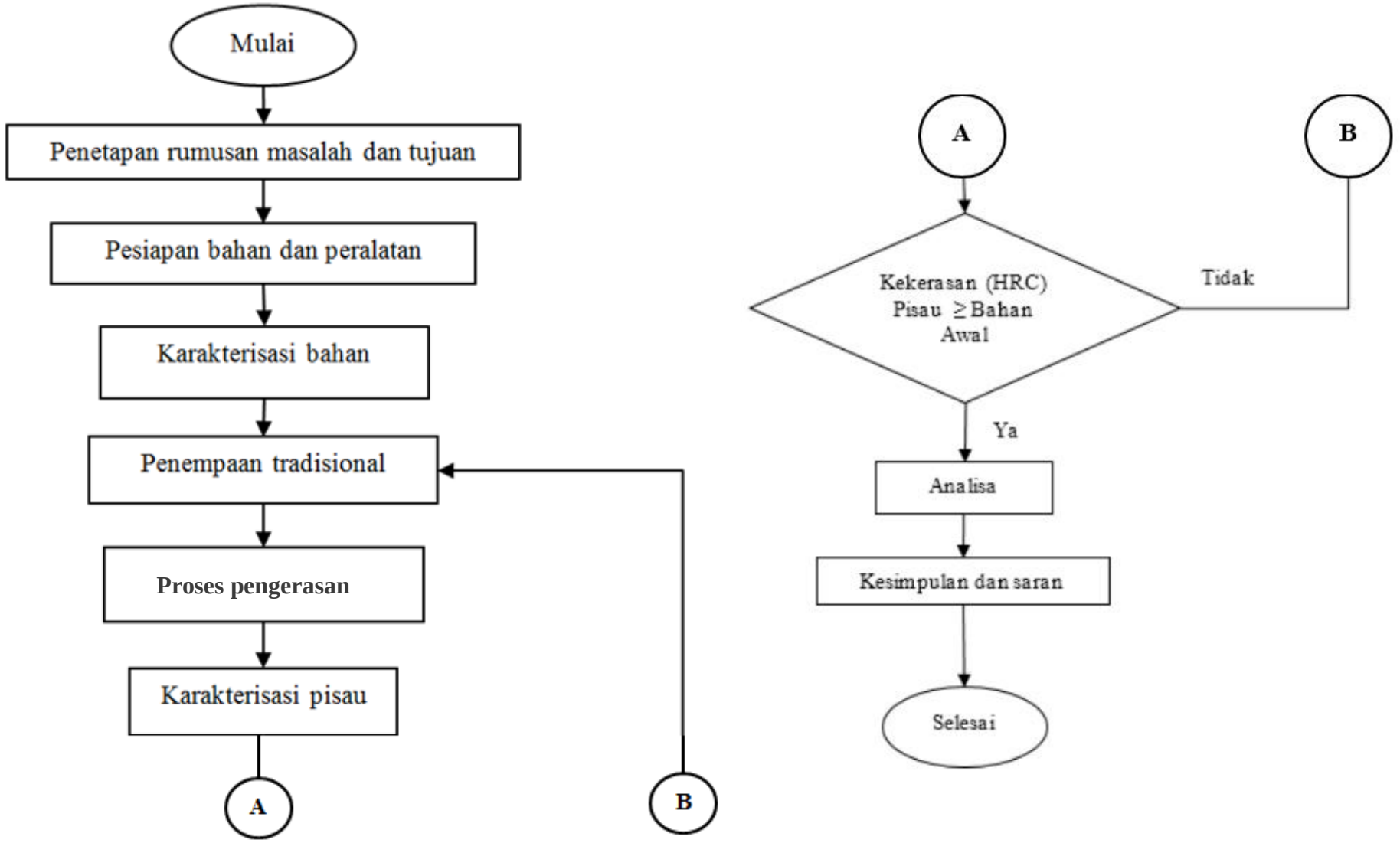
Termometer Infra Merah

Rockwell Skala C

Mikroskop Optik



tribometer *pin-on-plate*


Mulai
Penetapan rumusan masalah dan tujuan
Pesiapan bahan dan peralatan
Karakterisasi bahan
Penempaan tradisional
Proses pengerasan
Karakterisasi pisau
A
B
A
B
Kekerasan (HRC) Pisau ≥ Bahan Awal
Tidak
Ya
Analisa
Kesimpulan dan saran
Selesai

METODE PEMBUATAN PISAU

Proses Pemanasan.
Temparatur
950-1000°C

Proses tempa (Penurunan temperatur berkisar 650-670 ^{o}C)

Pisau hasil tempa manual sebelum dikeraskan

Proses gerinda

Proses Pengerasan

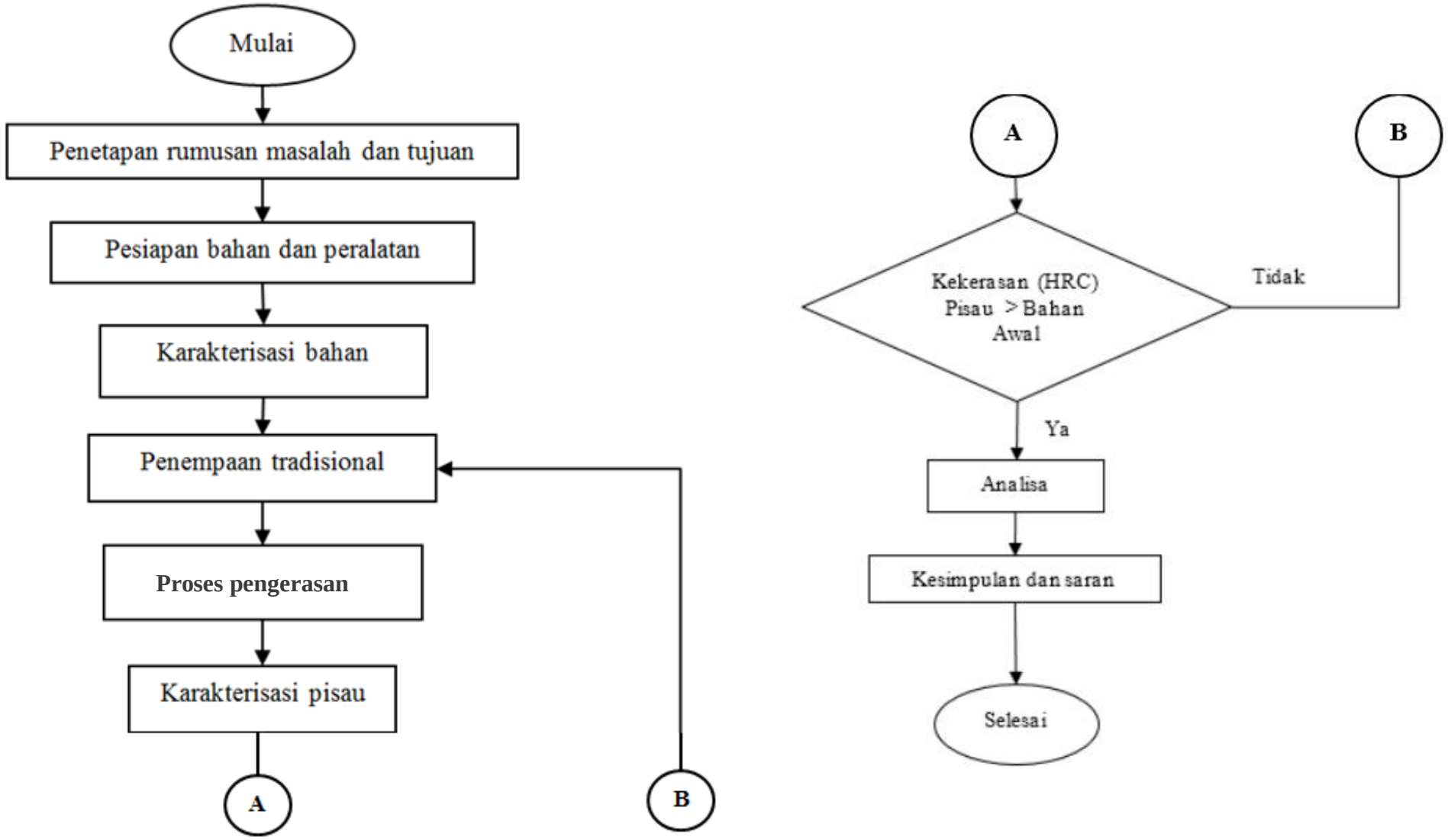
PROSES PENGERASAN

- Pengerasan Tradisional (HT)

- Pengerasan Furnace (menggunakan tungku elektrik (HF)

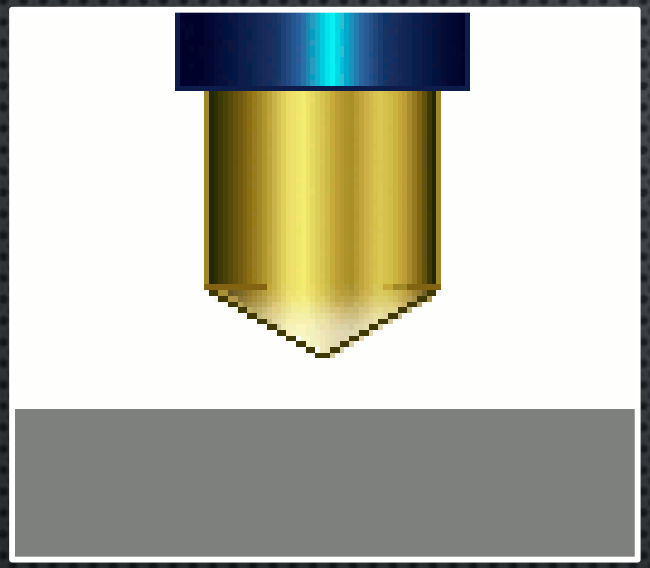
- Flame Hrdening Manual (FH)

- ✓ Temperatur pengerasan ± 850°C
- ✓ Media pendingin Air
- ✓ Pengerasan tradisional quenching sisi tajam
- ✓ Pengerasan HF dan FH quenching penuh


Mulai
Penetapan rumusan masalah dan tujuan
Pesiapan bahan dan peralatan
Karakterisasi bahan
Penempaan tradisional
Proses pengerasan
Karakterisasi pisau
A
B
A
B
Kekerasan (HRC) Pisau > Bahan Awal
Tidak
Ya
Analisa
Kesimpulan dan saran
Selesai

KARAKTERISASI PISAU

- Kekerasan (Rockwell C)

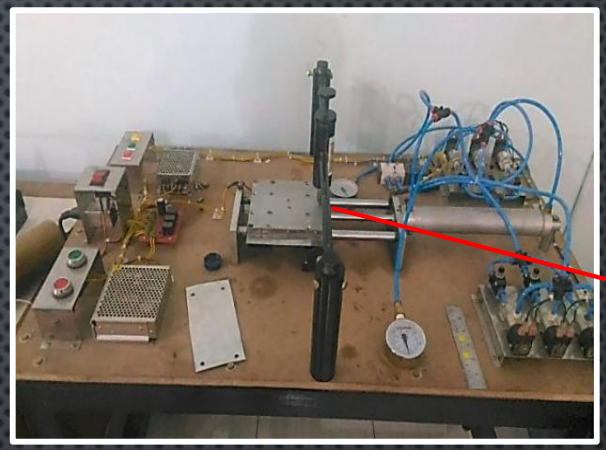


Permukaan dan penampang masing-masing 10 titik

- Struktur Mikro

Pembembesaran 500 x dan 1000 x

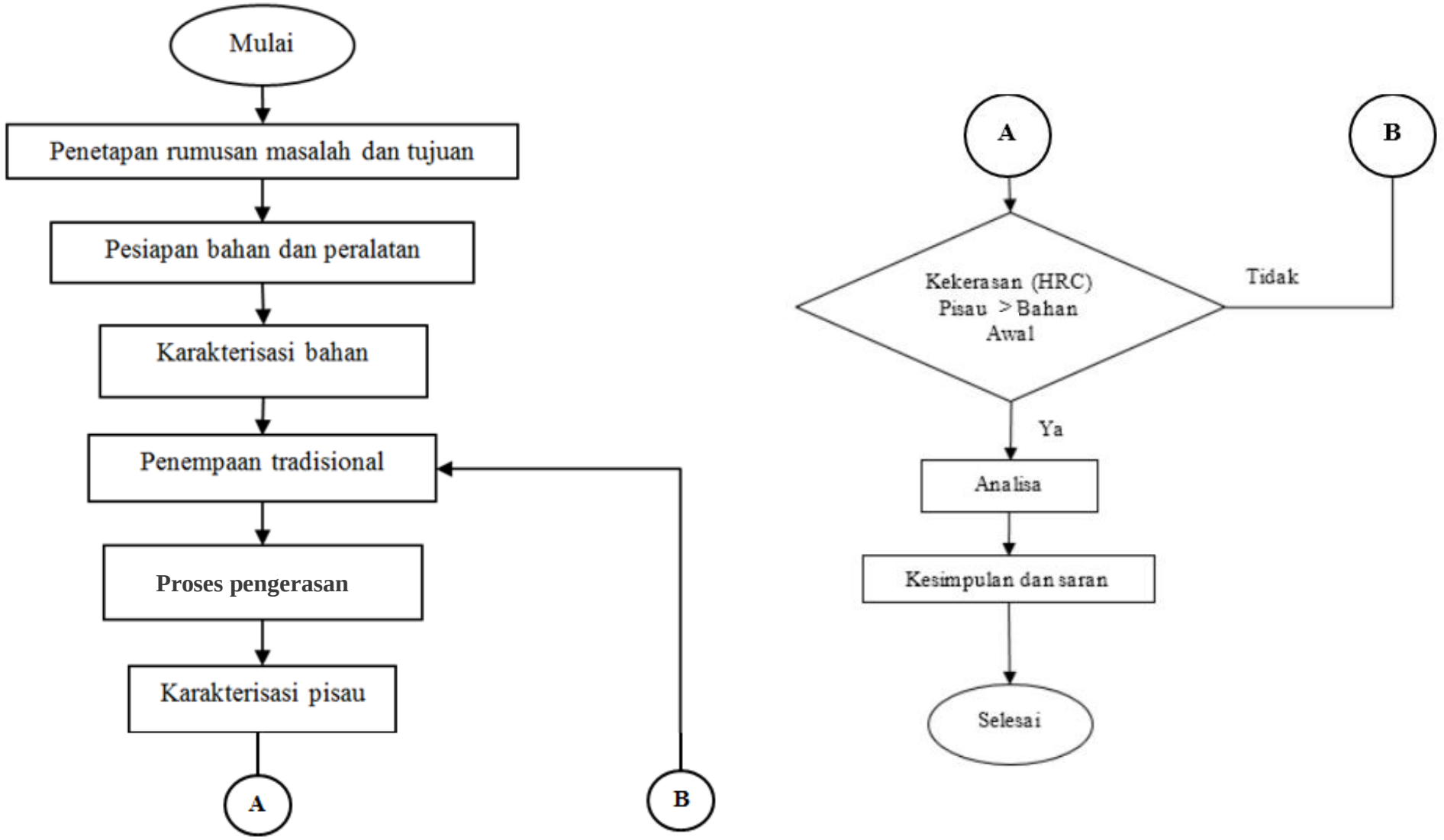
- Laju keausan



$$K = \frac{k}{H} = \frac{\Delta V}{F.L}$$

Dimana:

K	:	*Spesific wear rate* (mm^3/Nm)
ΔV	:	Perubahan Volume yang terjadi (mm^3)
F	:	Gaya yang diberikan (N)
L	:	Jarak sliding (m)


Mulai
Penetapan rumusan masalah dan tujuan
Pesiapan bahan dan peralatan
Karakterisasi bahan
Penempaan tradisional
Proses pengerasan
Karakterisasi pisau
A
B
A
B
Kekerasan (HRC) Pisau > Bahan Awal
Tidak
Ya
Analisa
Kesimpulan dan saran
Selesai

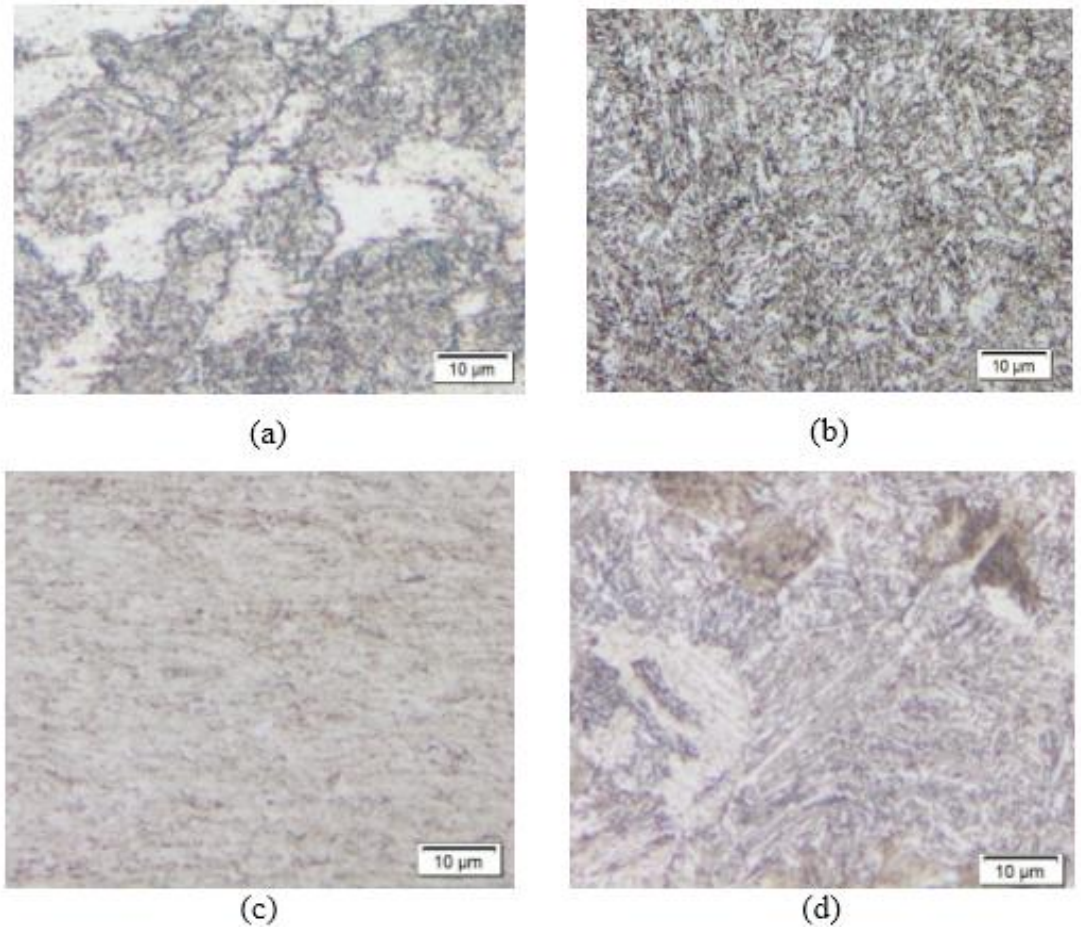
Tabel komposisi Kimia Bahan

Unsur	Komposisi Kimia % (wt)			
	AISI 1050	AISI 4340	AISI L-6	JIS SUP 9
Fe	98,6	95,8	94,5	97,27
C	0,46	0,35	0,47	0,62
Si	0,22	0,23	0,40	0,27
Mn	0,50	0,73	0,83	0,84
P	0,023	0,11	0,02	0,01
S	< 0.01	0,13	< 0.01	< 0.01
Cr	0.026	0,80	1,13	0,82
Mo	< 0.01	0,18	0,41	0,01
Ni	0.019	1,57	1,73	0,04
Al	< 0.01	0,018	0,023	< 0.01
Co	< 0.01	0,01	0,021	< 0.01
Cu	0,035	0,11	0,12	< 0.01
Nb	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ti	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Sn	0,01	< 0.01	0,01	0.01

Kekerasan Bahan Awal

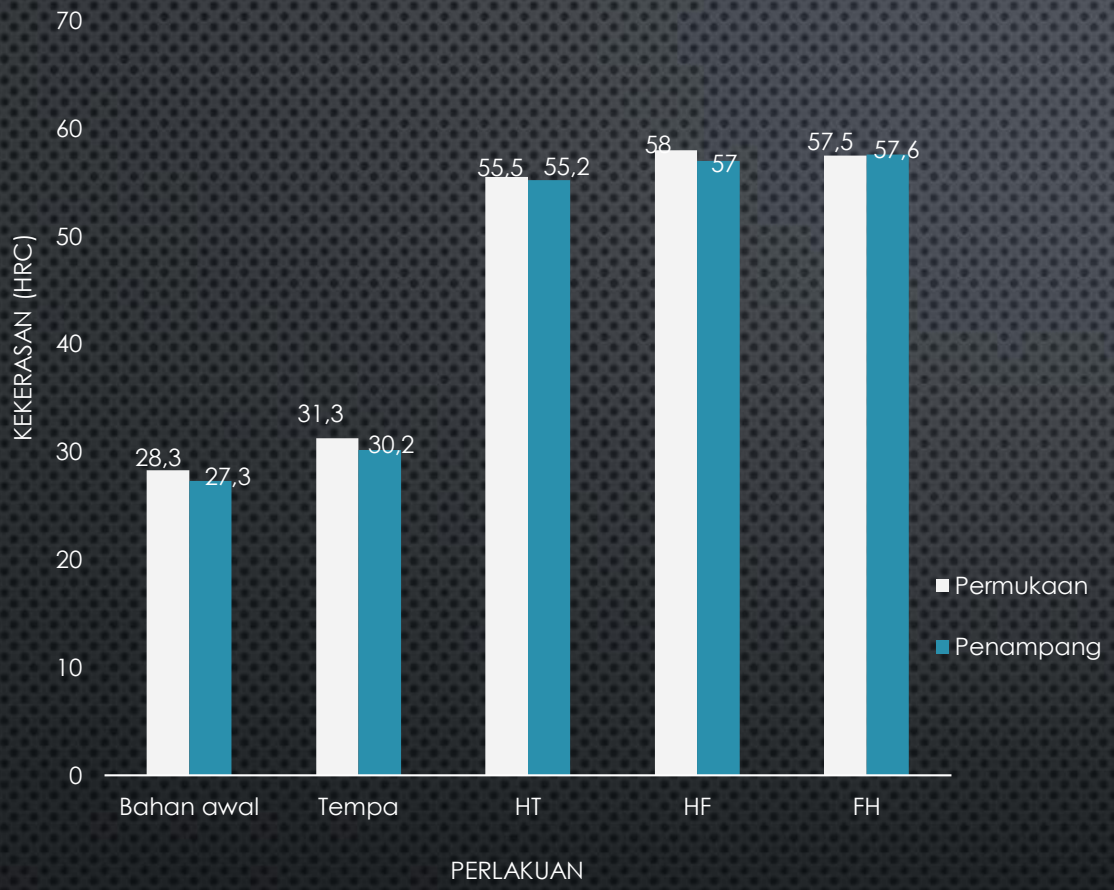
Bahan	Kekerasan (HRC)	
	Permukaan	Penampang
AISI 1050	28,30	27,30
AISI 4340	39,39	-
AISI L-6	48,44	52,11
JIS SUP 9	43,50	45,10

Struktur Mikro Bahan Awal

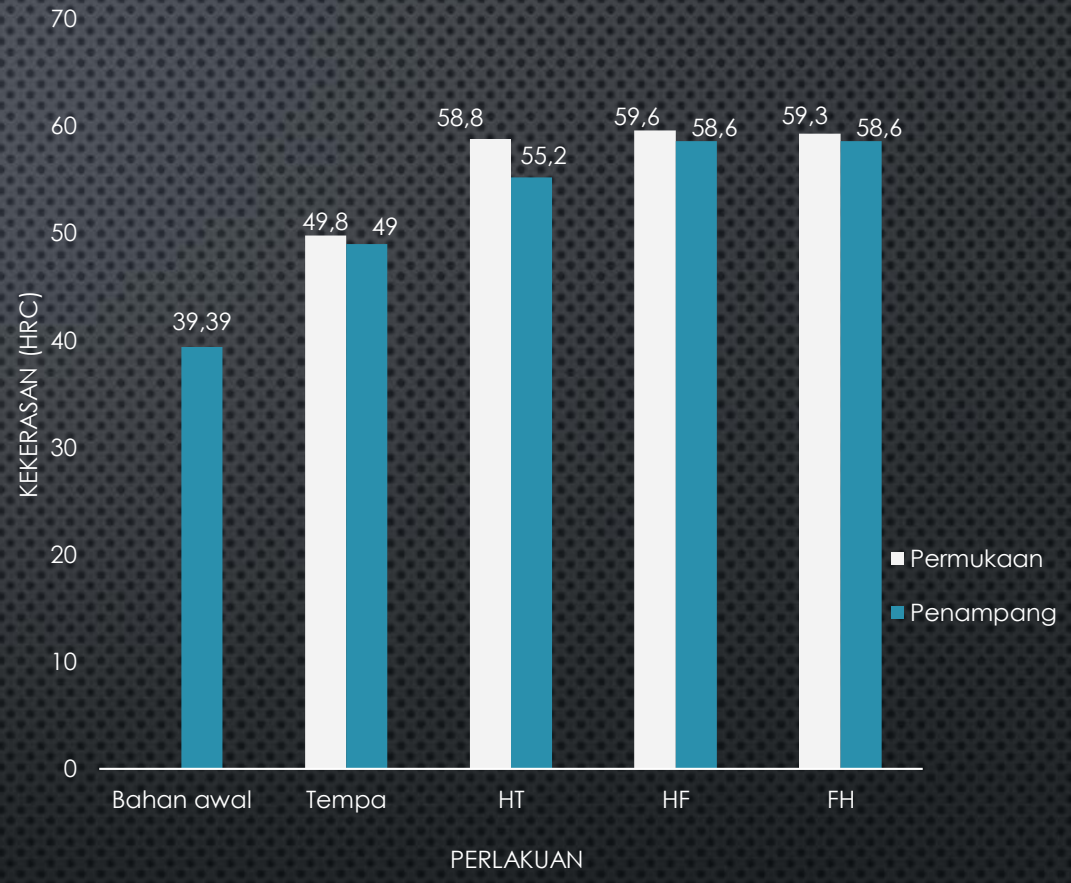


Gambar struktur mikro bahan awal. (a) Baja AISI 1050. (b) Baja AISI 4340. (c) Baja AISI L-6. (d) Baja JIS SUP 9

HASIL PENGUJIAN KEKERASAN PISAU

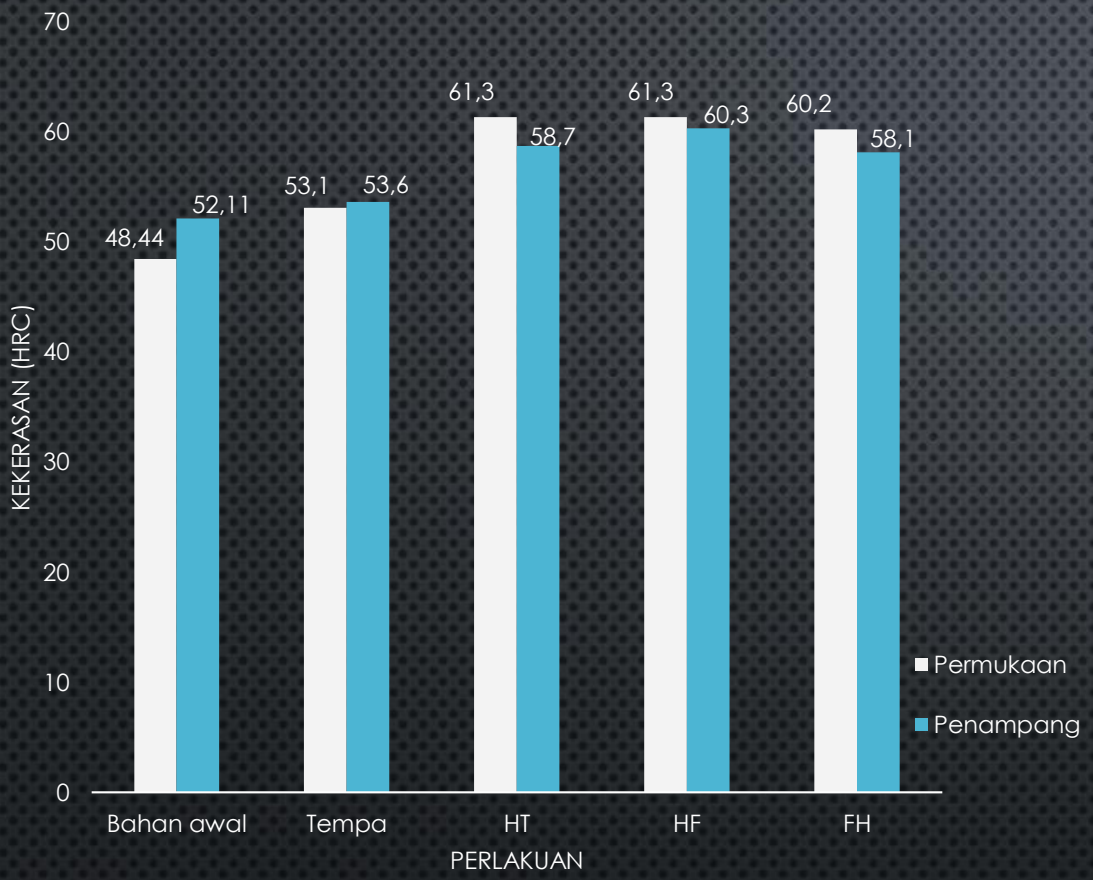


Gambar grafik nilai rata-rata kekerasan pisau baja AISI 1050 setelah perlakuan

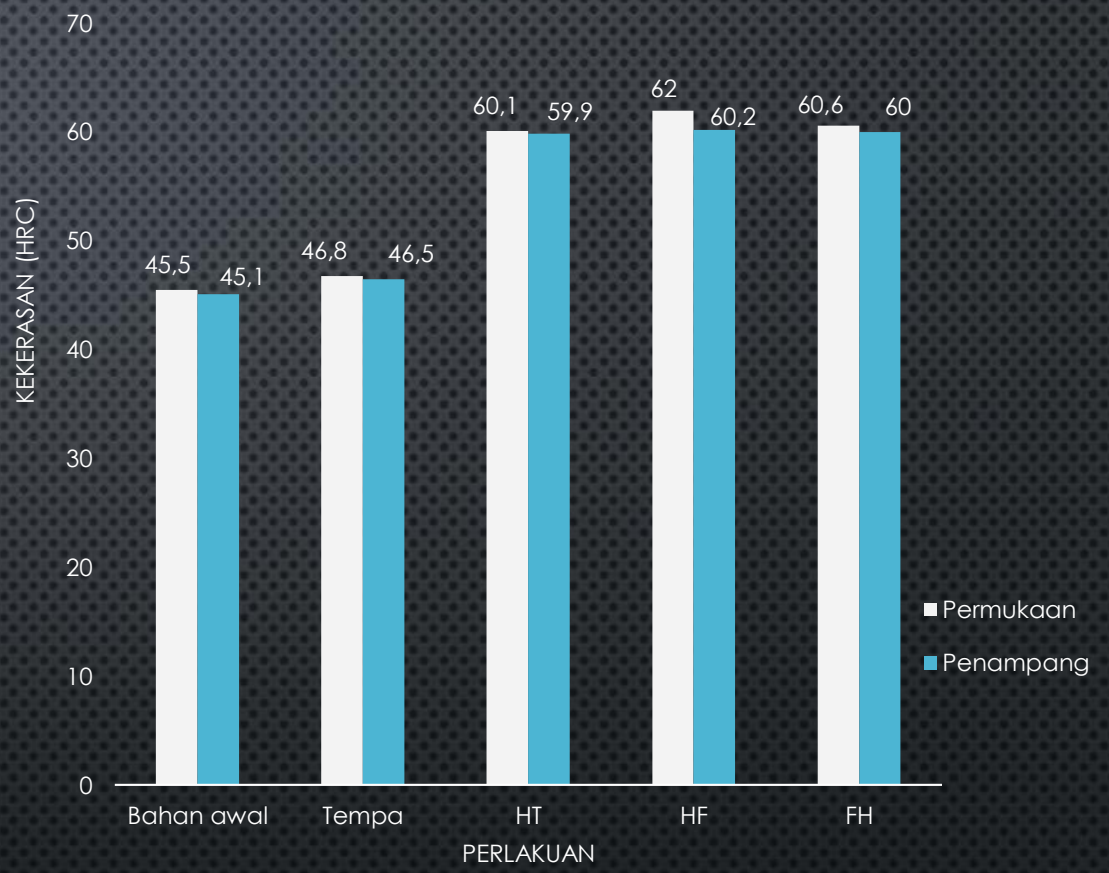


Gambar grafik nilai rata-rata kekerasan pisau baja AISI 4340 setelah perlakuan

HASIL PENGUJIAN KEKERASAN PISAU

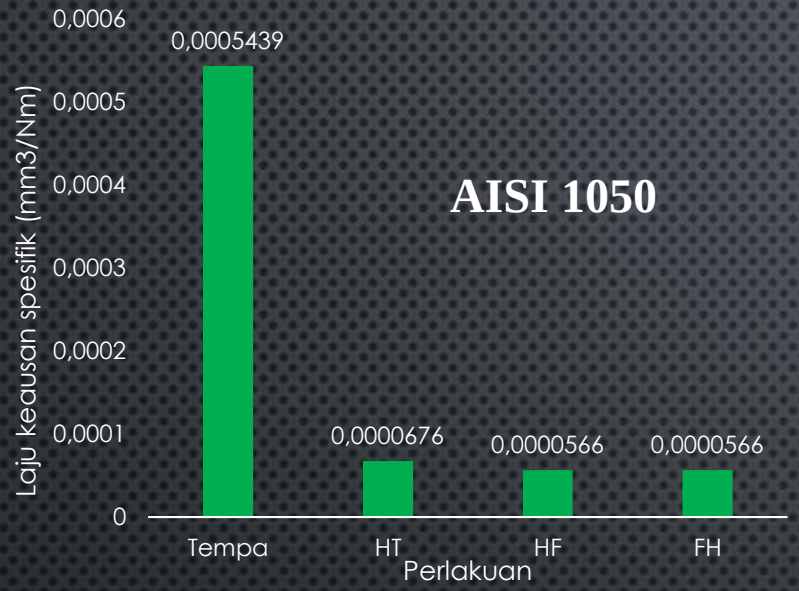


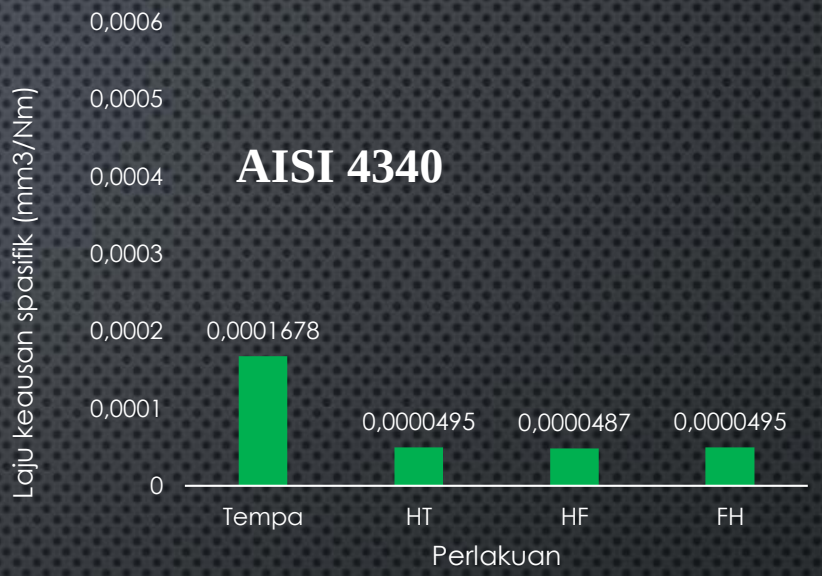
Gambar grafik nilai rata-rata kekerasan pisau baja AISI L-6 setelah perlakuan

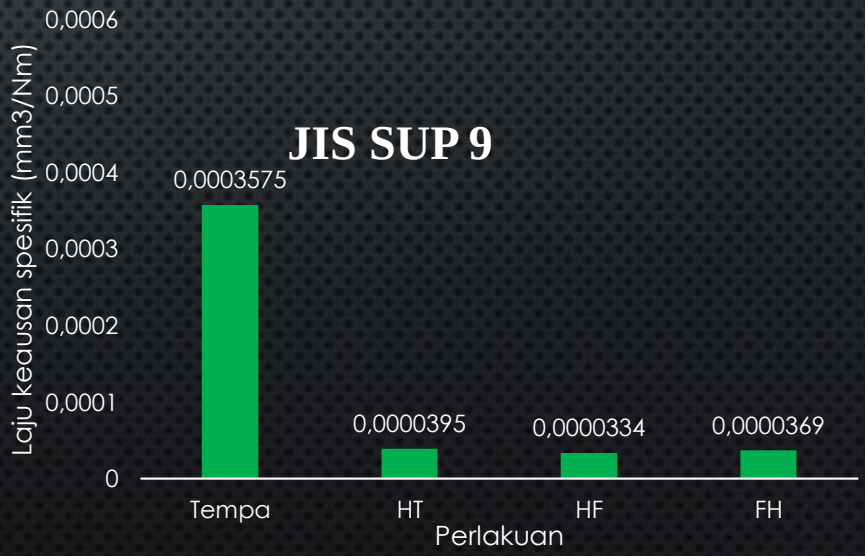


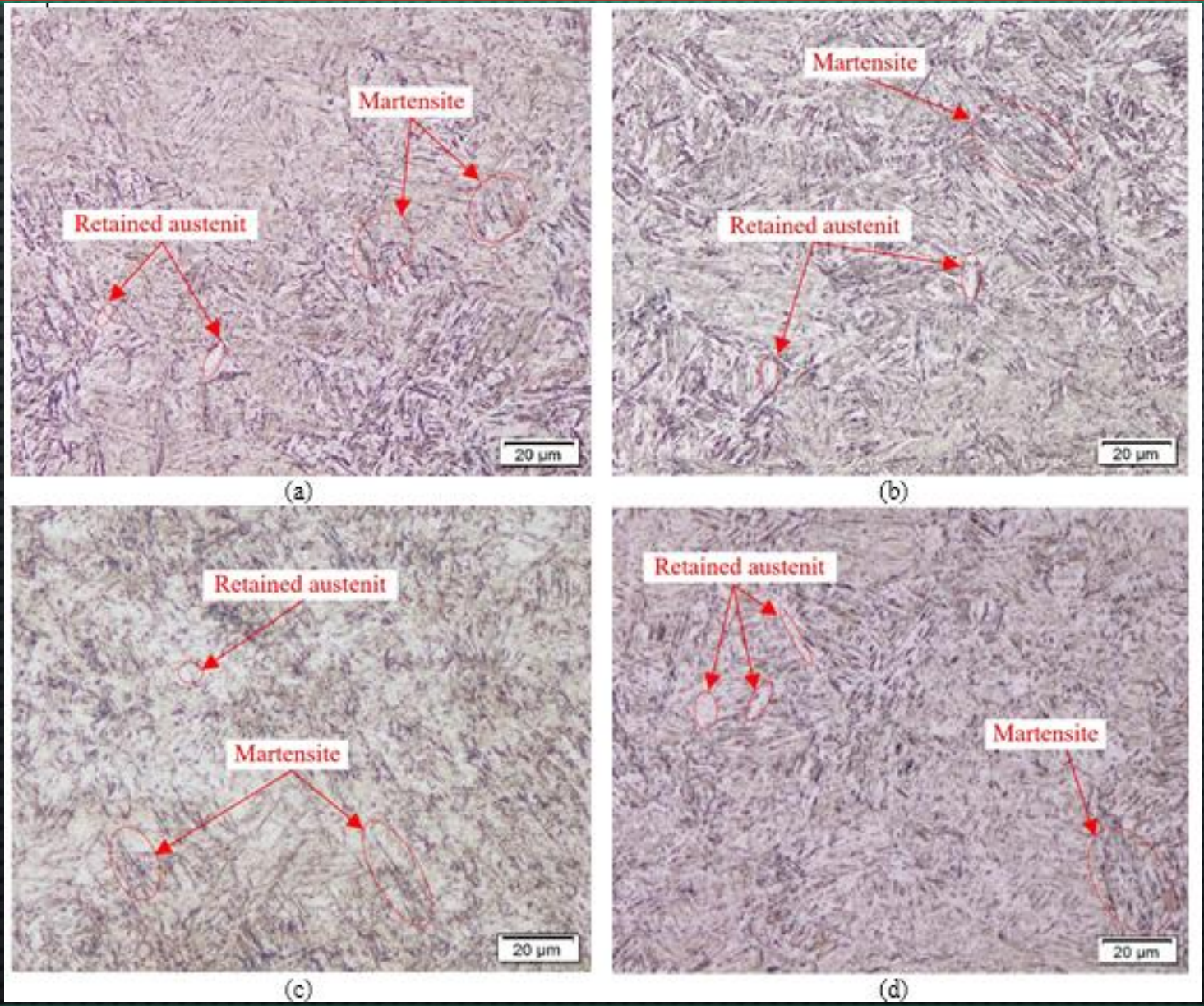
Gambar grafik nilai rata-rata kekerasan pisau baja JIS SUP 9 setelah perlakuan

HASIL PENGUJIAN LAJU KEAUSAN









Gambar struktur mikro spesimen pisau setelah FH pebesaran 500 X. (a) Baja AISI 1050.
(b) Baja AISI 4340.
(c) Bajan AISI L-6.
(d) Baja JIS SUP 9

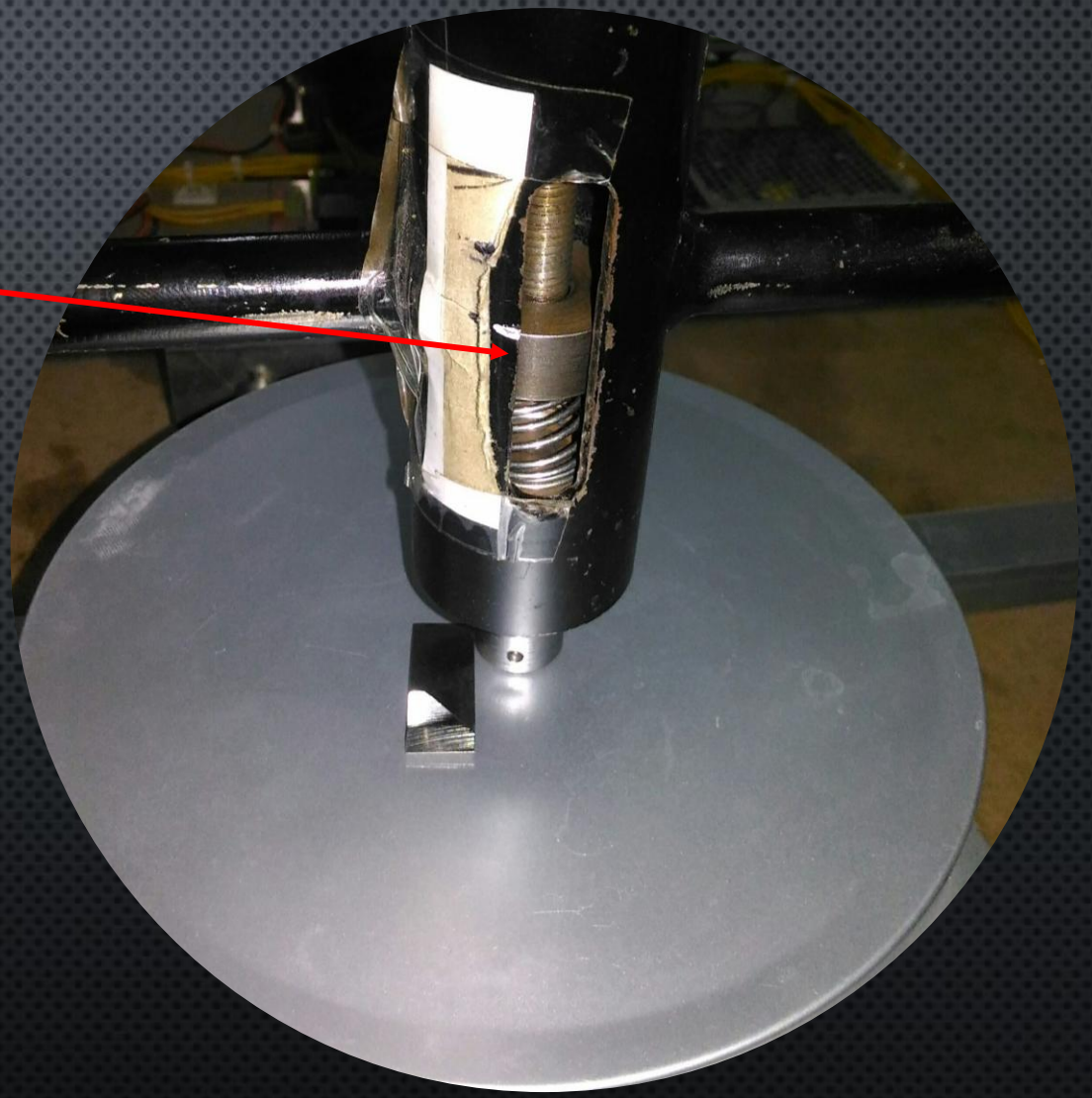
- Kesimpulan

  Kekerasan dan keausan dipengaruhi oleh jenis bahan dan proses perlakuan. Proses perlakuan dapat meningkatkan nilai kekerasan dan menurunkan laju keausan. Kekerasan tertinggi diperoleh pada bahan JIS SUP 9 dangan pengerasan *furnace* adalah sebesar 62 HRC di permukaan dan 60,2 HRC di penampang dan laju keausan terendah sebesar 2,27 x 10^{-5} mm^3/Nm diperoleh pada bahan baja AISI L-6 dengan pengerasan *furnace*. Struktur mikro pada jenis bahan pisau permukaan dan penampang didominasi oleh struktur martensit dan sedikit austenit sisa setelah dikeraskan.

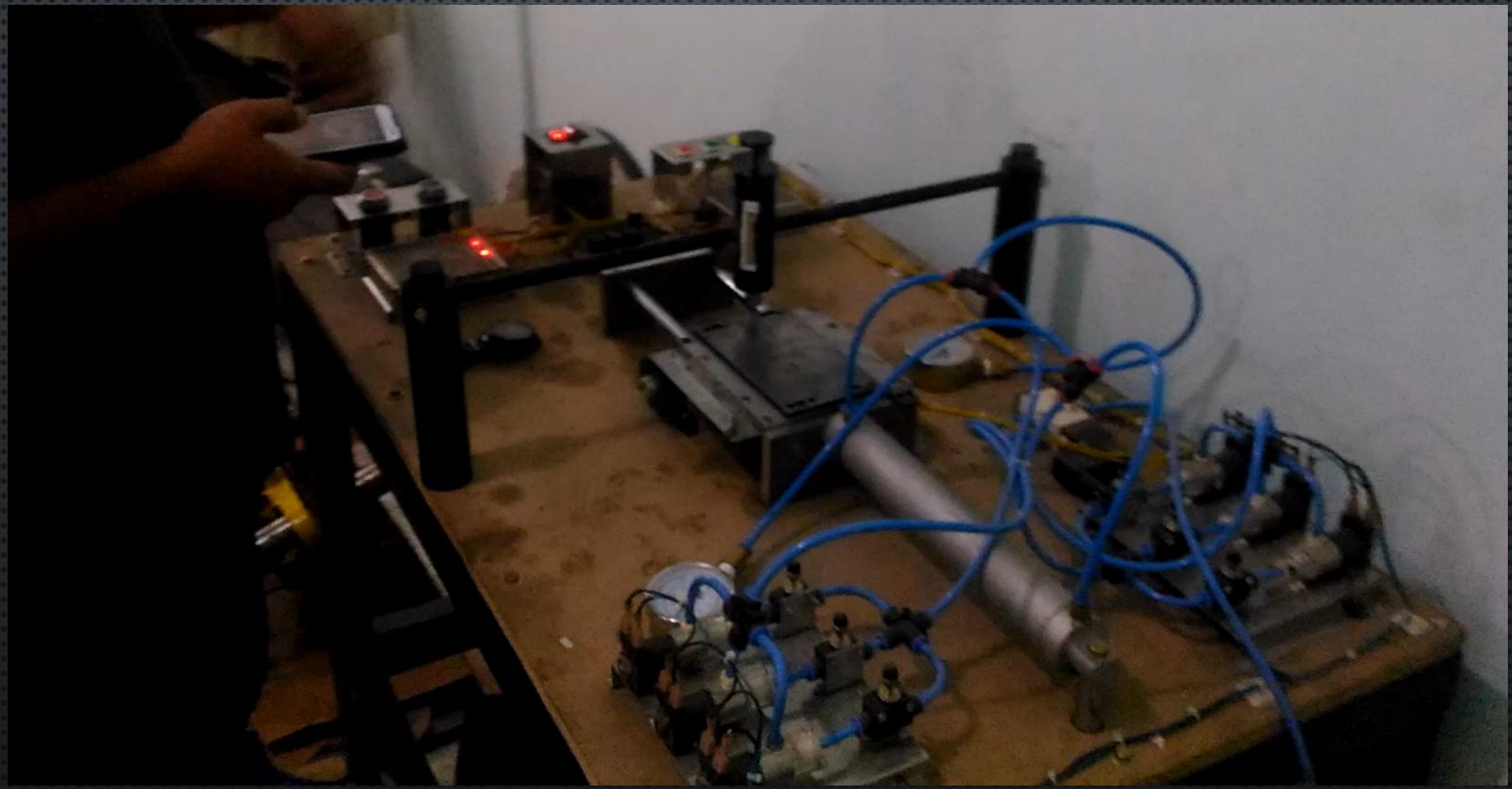
- Saran
  - ✓ Melakukan penelitian serupa dengan pengukuran ketajaman sisi potong, ketangguhan dan korosi.
  - ✓ Menggunakan bahan yang sama dan metode *pattern welding* dalam pembuatan pisau dengan pengukuran kekerasan, ketajaman, keausan, laju korosi dan struktur mikro.

TERIMAKASIH

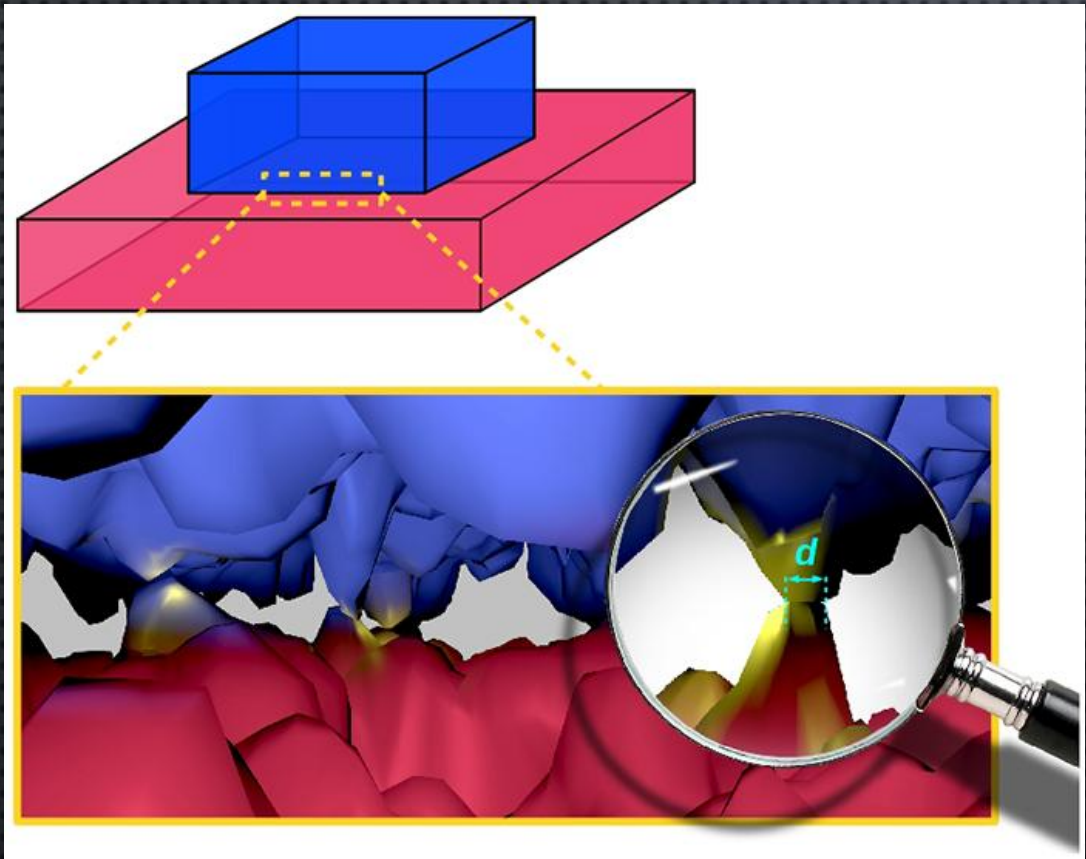
SF-410
1290
Z/T
ON/OFF
UNIT

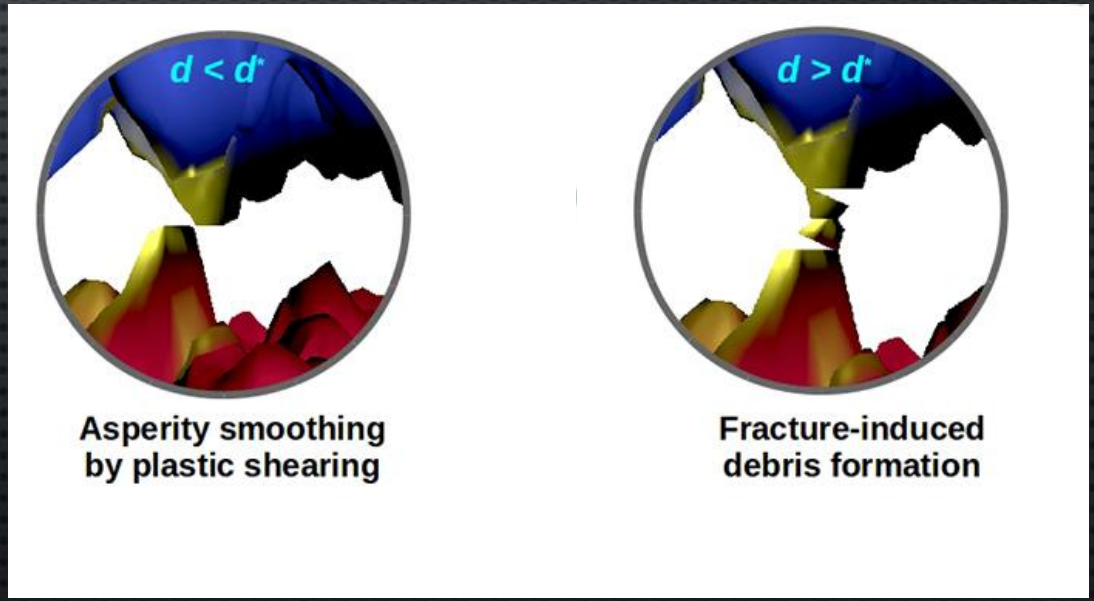


UJI KEAUSAN

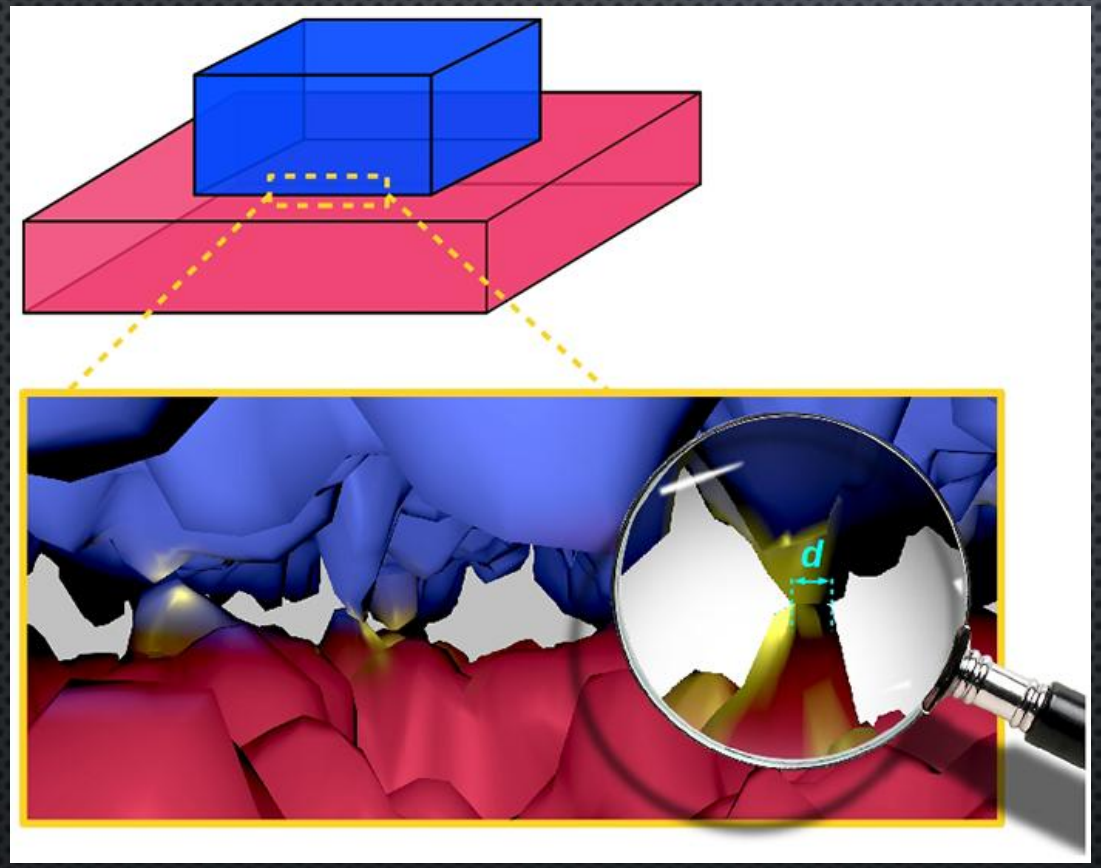


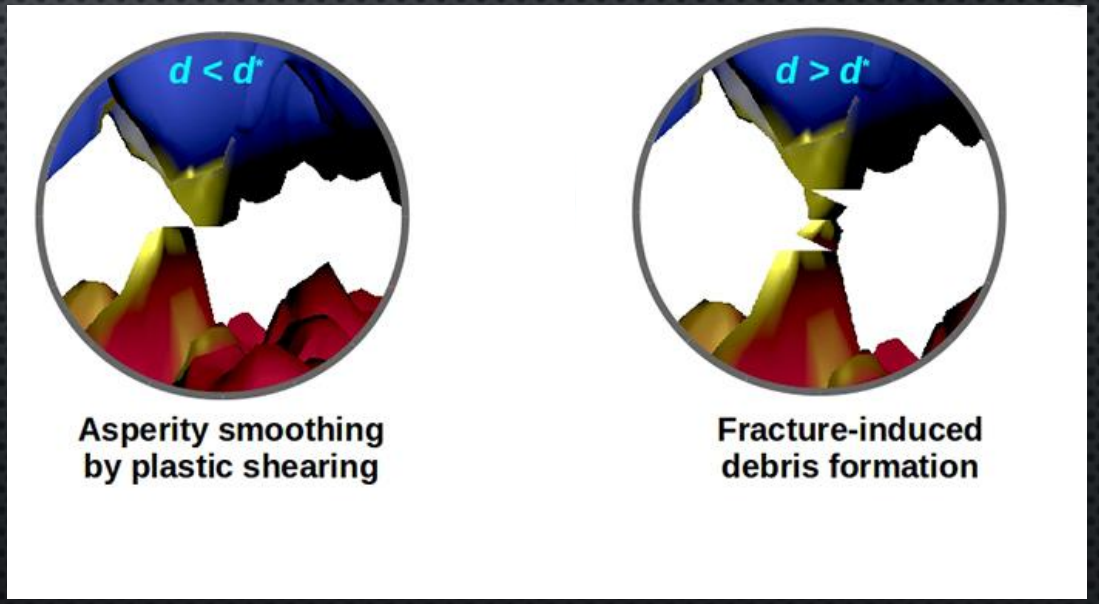
TERJADINYA KEAUSAN



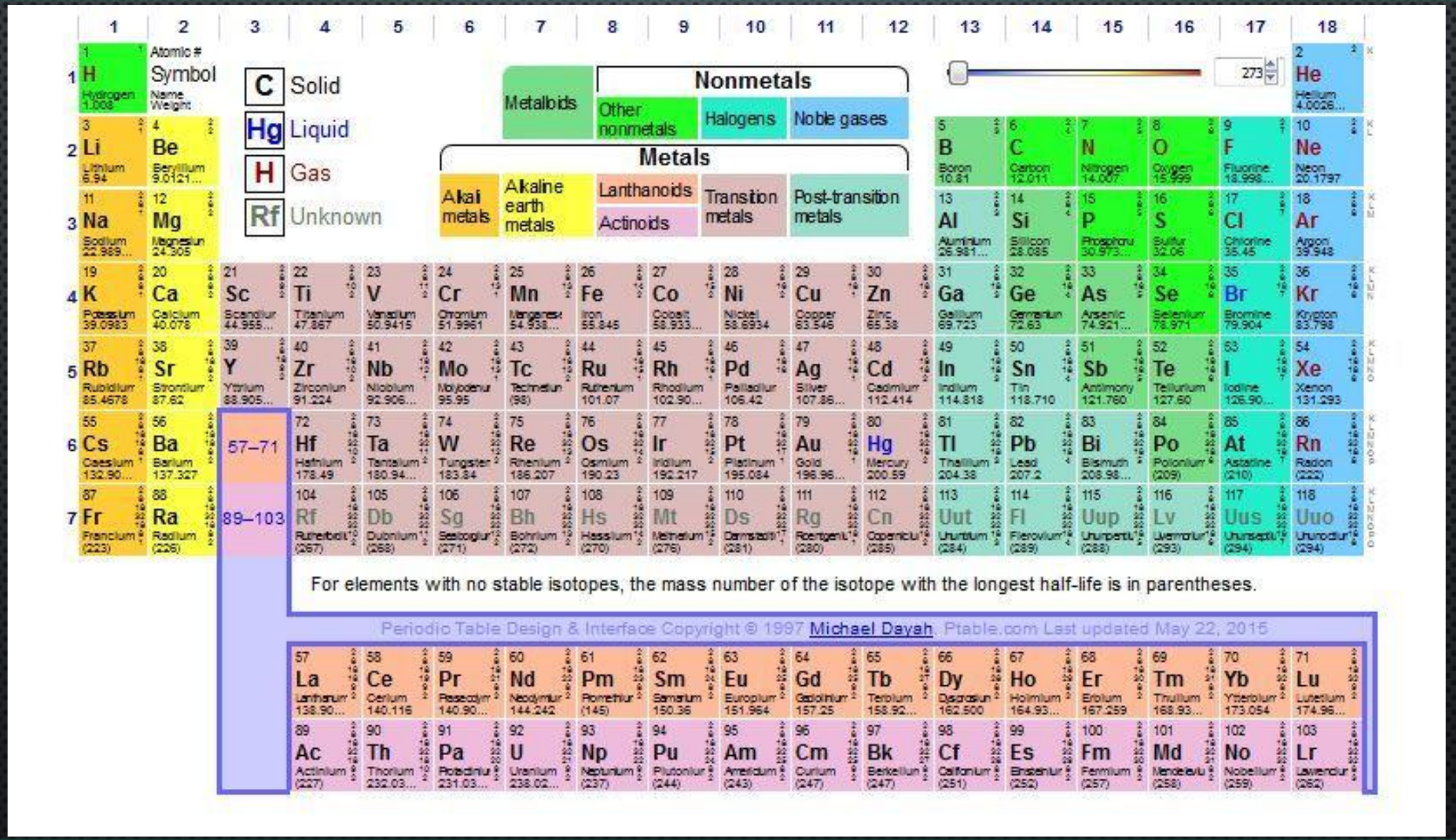


TERJADINYA KEAUSAN





SISTEM PERIODIK UNSUR



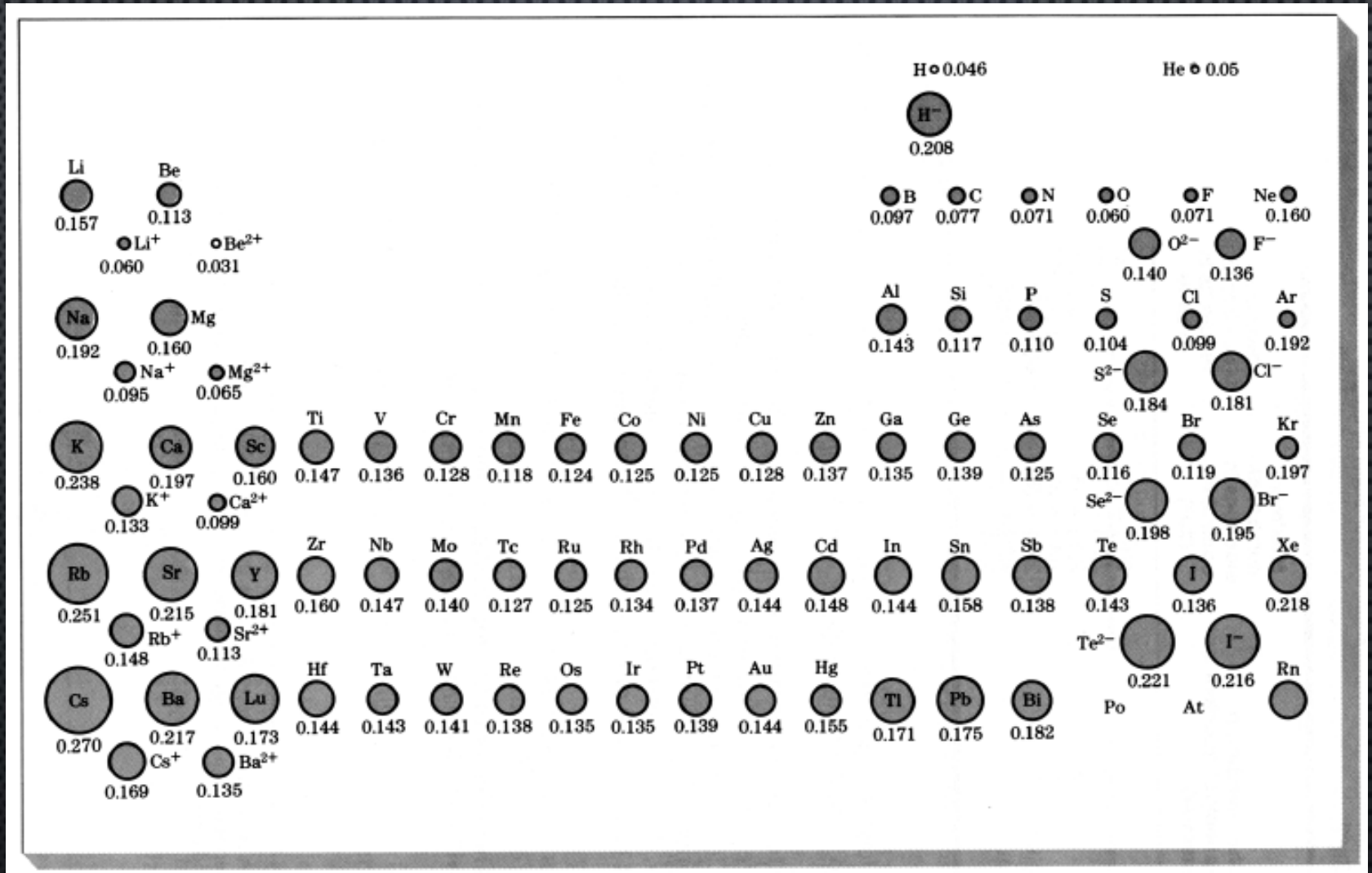


FIGURE 2.6 Relative sizes of some atoms and ions. Values are given in nanometers for the radii of the atoms and ions. Metallic radii are given for atoms where applicable. (*Adapted from F. M. Miller, "Chemistry: Structure and Dynamics," McGraw-Hill, 1984, p. 176.)*

LARUTAN PADAT

Unsur	No atom	Struktur Kristal (20 °C)	Atomic Radius (nm)
Fe	26	BCC	0,124
C	6	Hex	0,071
Mn	25	Cubic	0,112
Cr	24	BCC	0,125
Ni	28	FCC	0,125
Cu	29	FCC	0,128
Mo	42	BCC	0,136
Si	14	Dia. Cubic	0,118
P	15	Ortgo	0,109

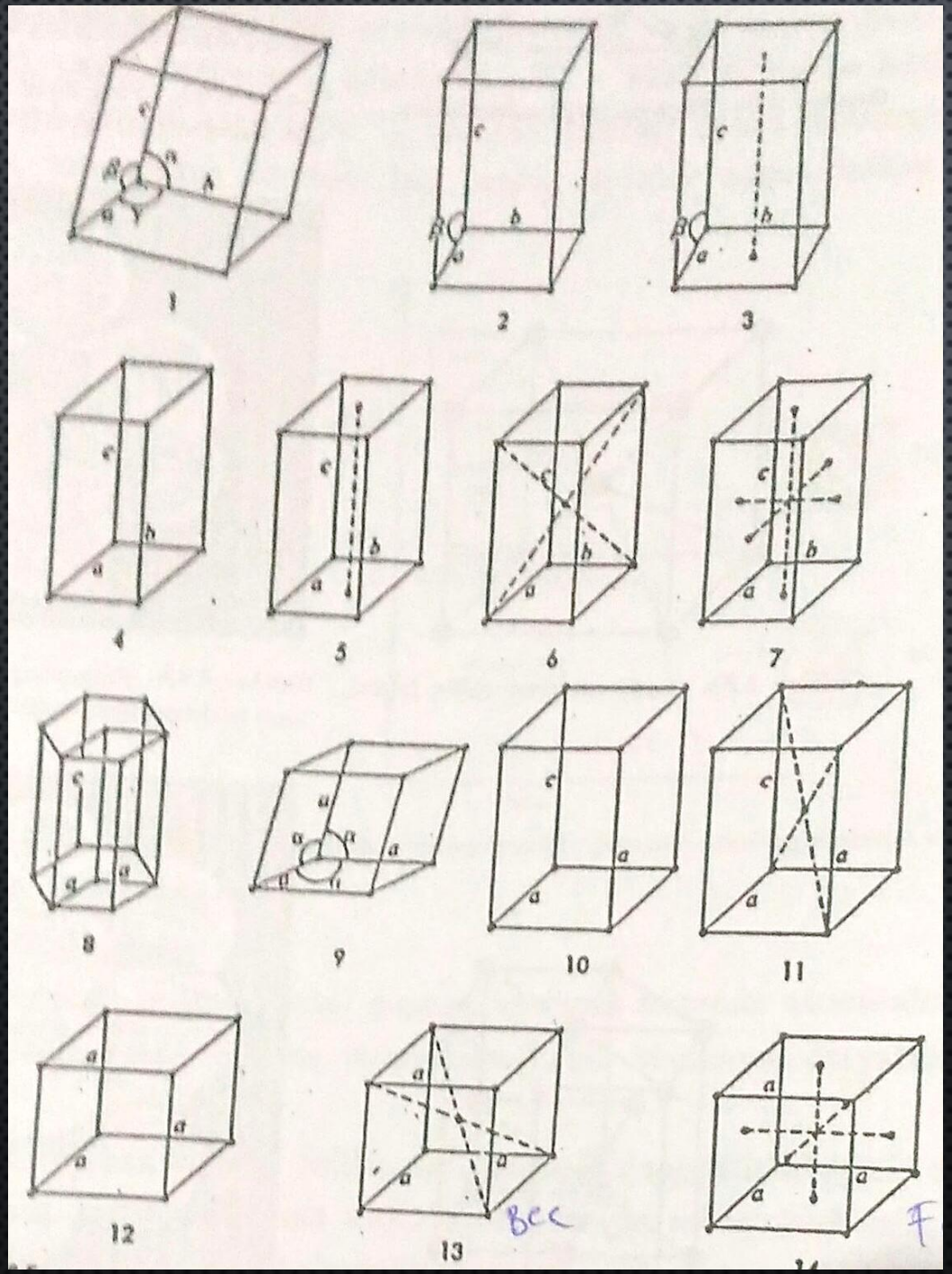
Callister, 2013

Larutan padat terbentuk apa bila

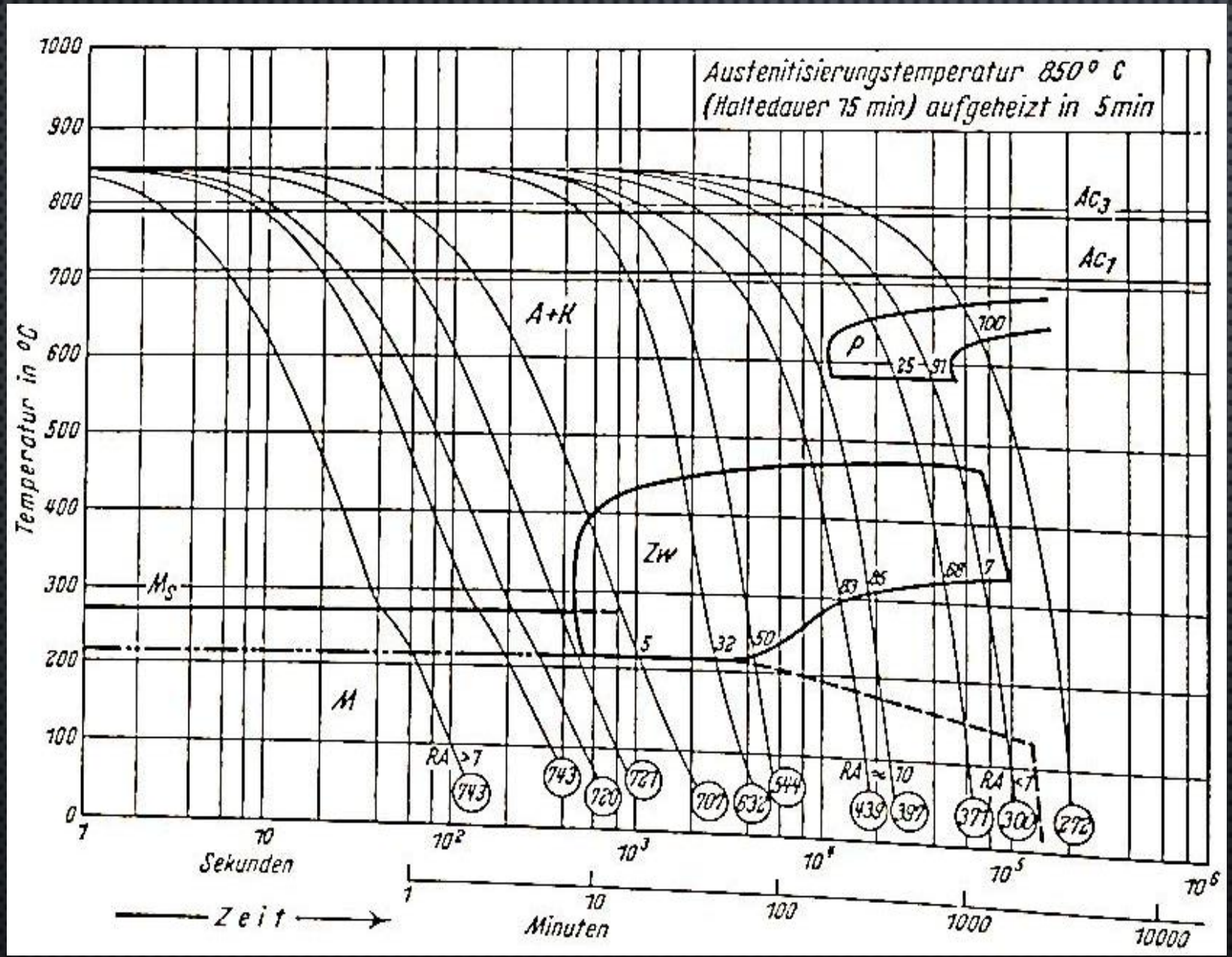
1. Atom pelarut dan yang dilarutkan memeiliki struktur kristal yang sama misal BCC dengan BCC
2. Kelarutan padat dibatasi oleh jari-jari atom dan struktur yang berbeda.

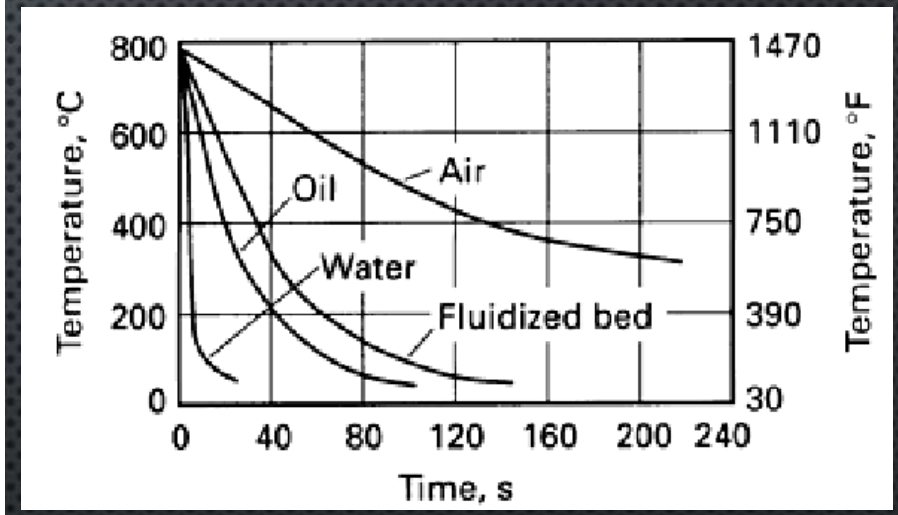
Larutan padat bisa terjadi secara

1. Subtitusi
2. intertisi

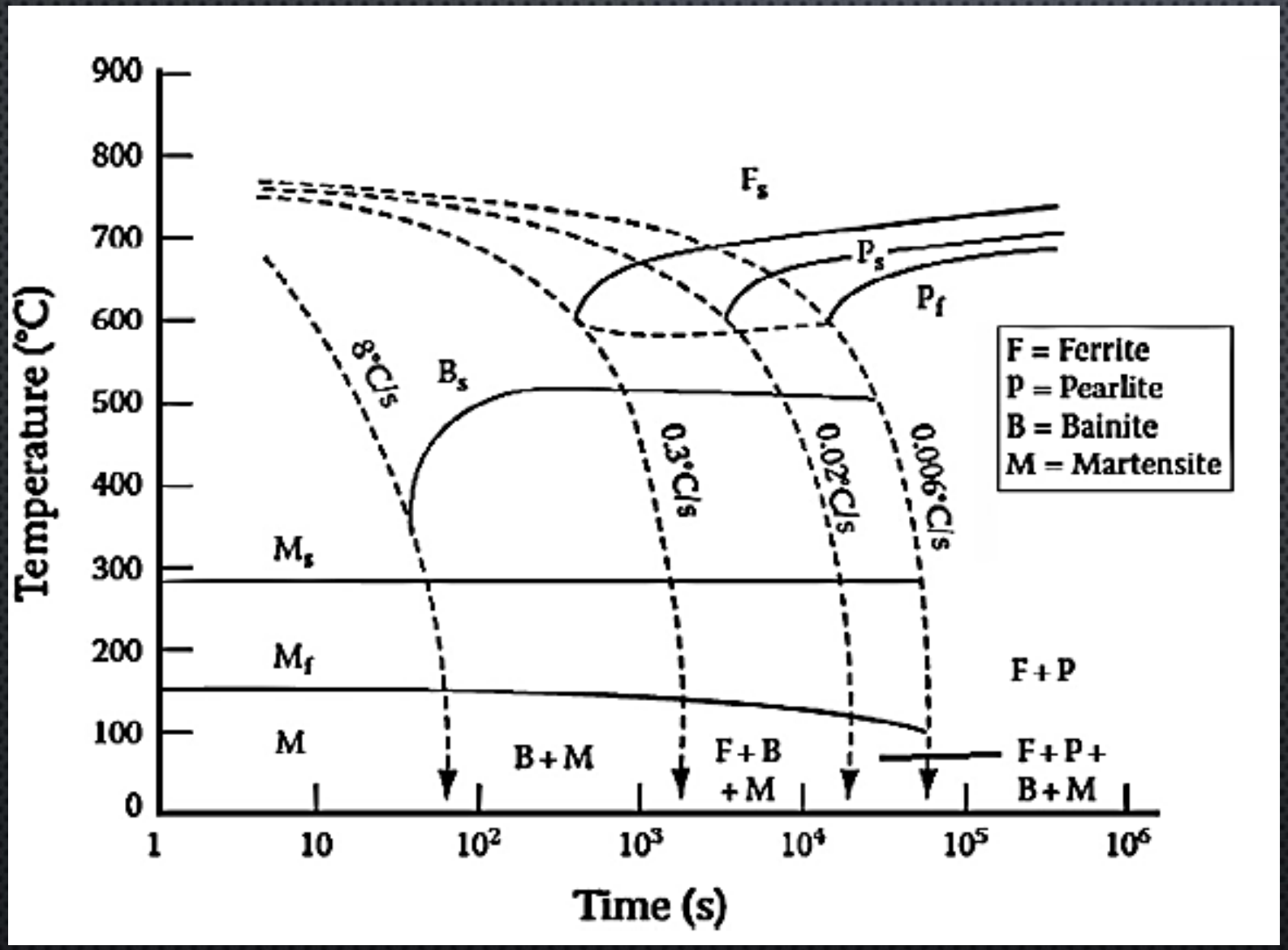


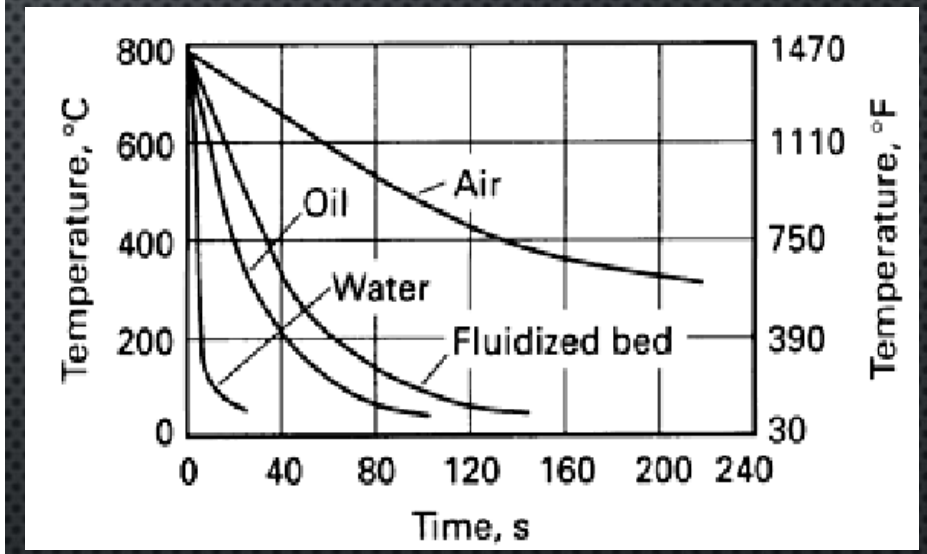
No 6. Orthogonal
8. Hex
11. BCT
12. Cubic simple
13 . BCC
14. FCC


Austenitisierungstemperatur 850° C
(Haltedauer 75 min) aufgeheizt in 5 min
Temperatur in °C
Ac3
Ac1
A+K
P
Zw
Ms
M
RA >7
RA ≈ 10
RA <7
Sekunden
Minuten
Zeit

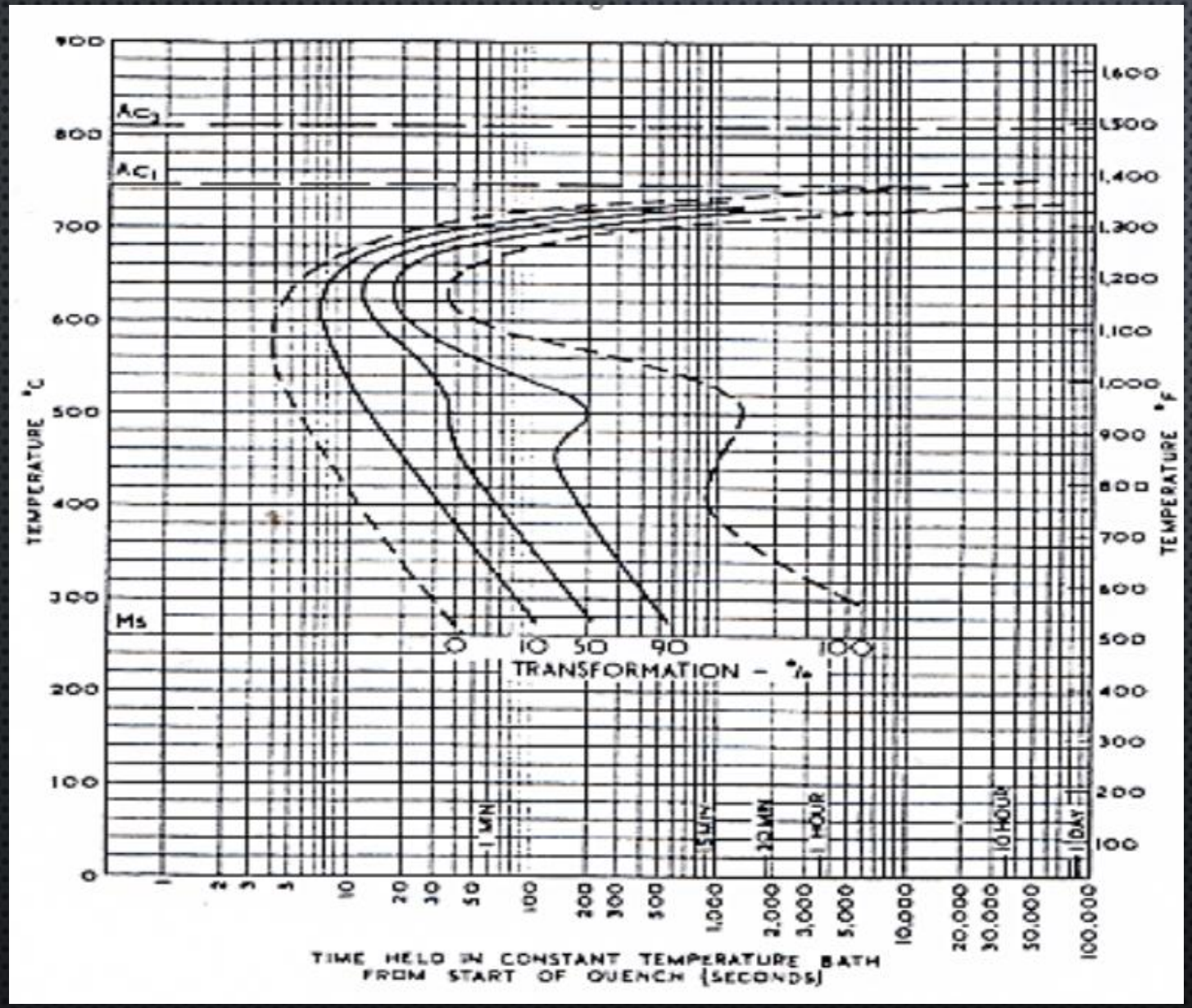

Temperature, °C
Temperature, °F
Time, s
Air
Oil
Water
Fluidized bed

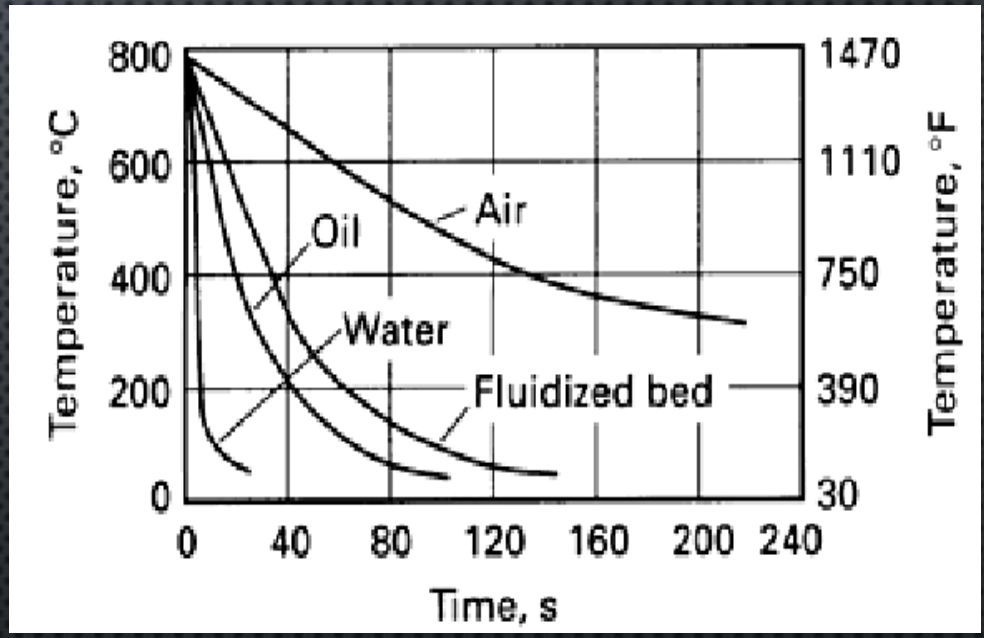
CCT AISI L-6


Temperature (°C)
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1
10
10^2
10^3
10^4
10^5
10^6
Time (s)
F_s
P_s
P_f
B_s
M_s
M_f
M
8°C/s
0.3°C/s
0.02°C/s
0.006°C/s
F = Ferrite
P = Pearlite
B = Bainite
M = Martensite
F+P
B+M
F+B
+M
F+P+
B+M

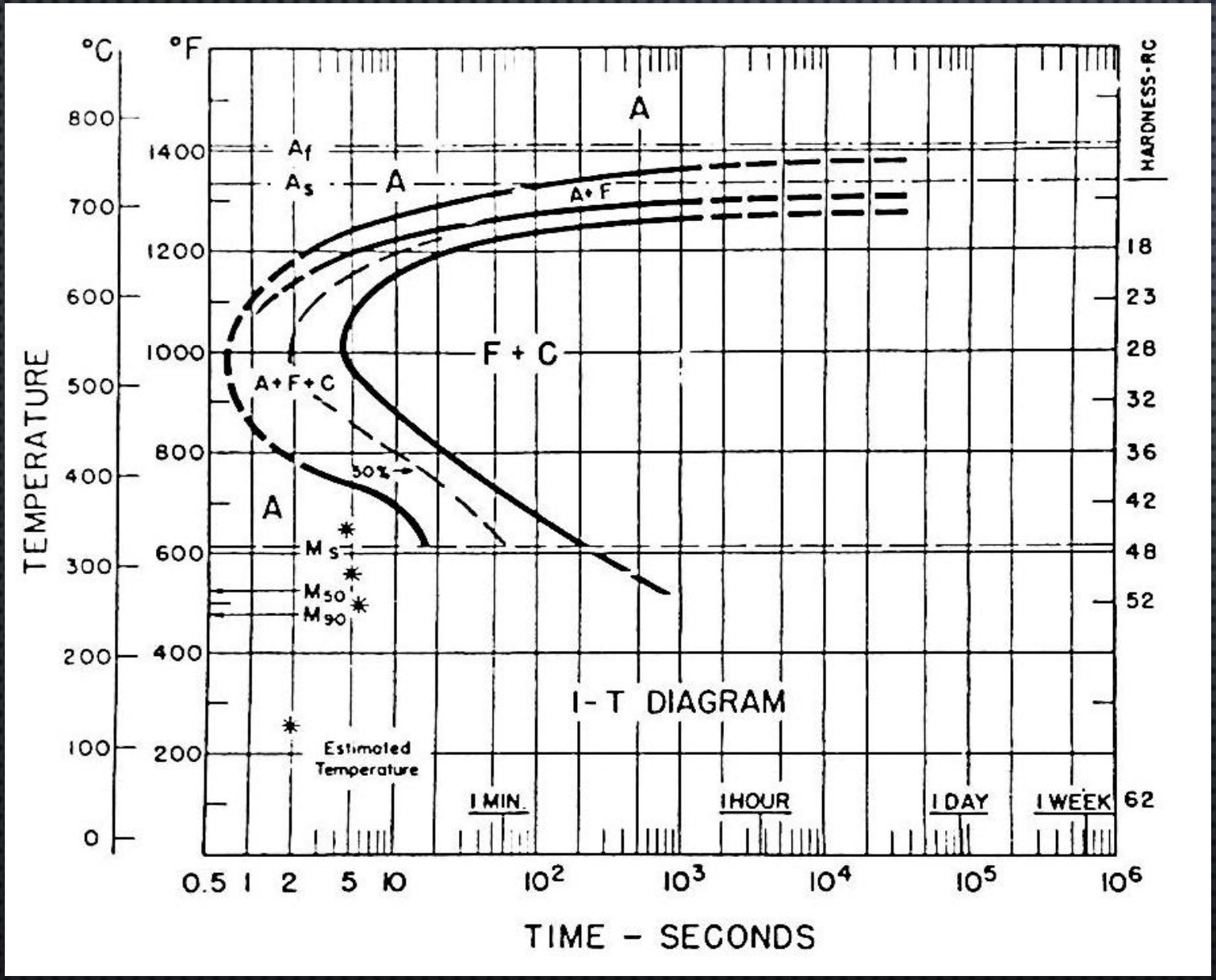

Temperature, °C
800
600
400
200
0
1470
1110
750
390
30
Temperature, °F
Air
Oil
Water
Fluidized bed
0
40
80
120
160
200
240
Time, s

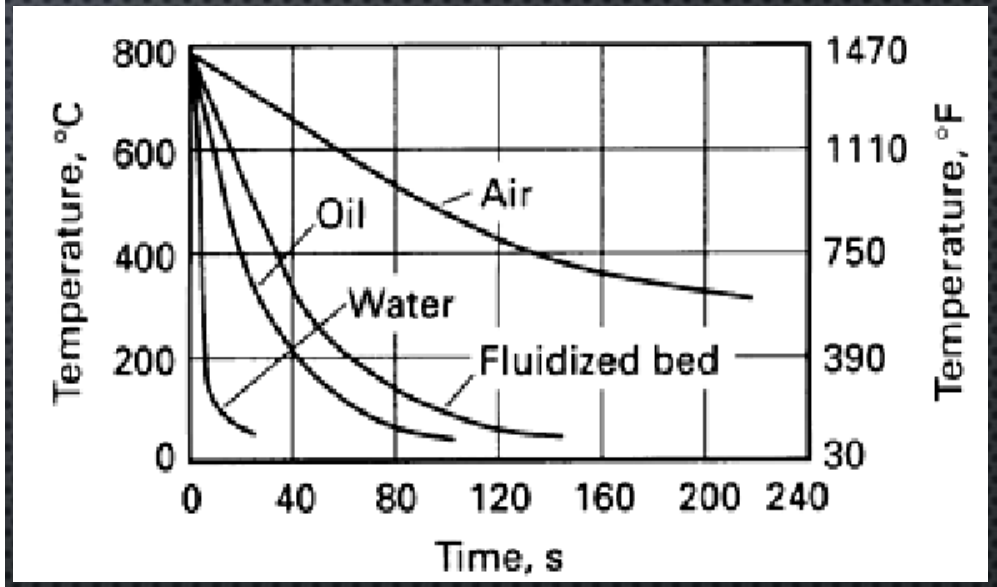
CCT AISI 434


TEMPERATURE °C
TEMPERATURE °F
Ac3
Ac1
Ms
0 10 50 90 100
TRANSFORMATION - %
1 MIN
5 MIN
30 MIN
1 HOUR
10 HOUR
1 DAY
TIME HELD IN CONSTANT TEMPERATURE BATH FROM START OF QUENCH (SECONDS)

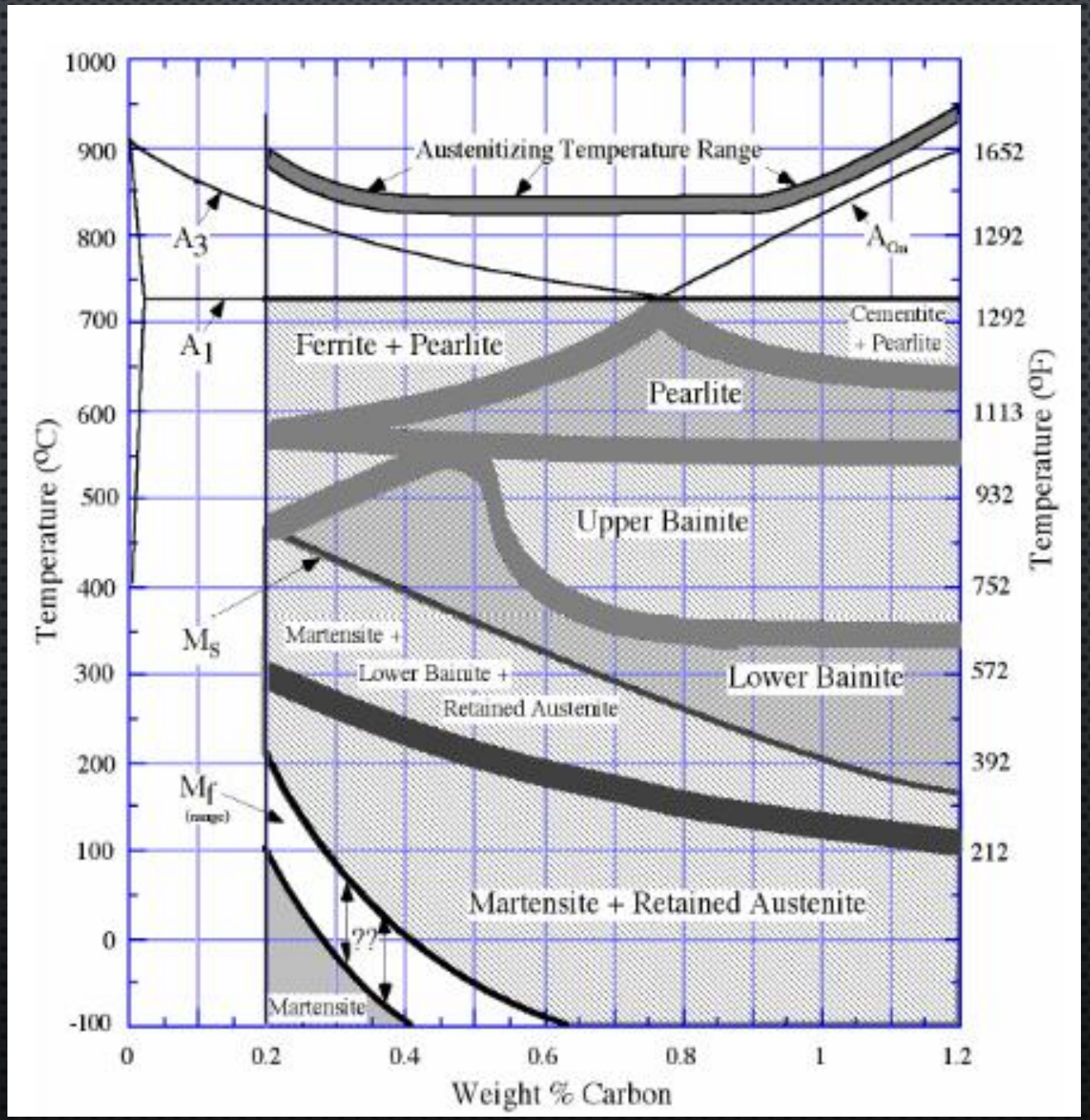

Temperature, °C
Temperature, °F
Air
Oil
Water
Fluidized bed
Time, s

CCT JIS SUP 9





CCT AISI 1050


Austenitizing Temperature Range
A3
ACm
A1
Ferrite + Pearlite
Cementite
+ Pearlite
Pearlite
Upper Bainite
Martensite +
Lower Bainite +
Retained Austenite
Lower Bainite
Ms
Mf
(range)
Martensite + Retained Austenite
??
Martensite
Temperature (°C)
Temperature (°F)
Weight % Carbon
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
-100
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1652
1292
1292
1113
932
752
572
392
212