

KESAN PENGGELEKAN DAN RAWATAN HABA PADA KELULI TAHAN KARAT

MUHAMMAD ARIFFIN BIN RAYA

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Loji & Penyenggaraan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

JUNE 2017

PENAKUAN

Saya akui laporan ini yang bertajuk “Kesan Penggelekan dan Rawatan Haba Terhadap Keluli Tahan Karat” adalah hasil kerja saya sendiri kecuali yang dipetik dari sumber rujukan.

Tandatangan :

Nama : MUHAMMAD ARIFFIN BIN RAYA

Tarikh :

PERISYTIHARAN PENYELIA

Saya telah memeriksa laporan ini dan laporan ini boleh diserahkan kepada JK-PSM untuk di hantar kembali kepada penyelia dan pemeriksa kedua.

Tandatangan :

Nama Penyelia : DR. OMAR BIN BAPOKUTTY

Tarikh :

DEDIKASI

Jutaan terima kasih kepada ibu bapa yang dikasihi,

Raya bin Sahlan dan Sarah binti Abdullah,

adik-beradik, kawan-kawan, pensyarah, penasihat akademik dan juruteknik yang sering

memberi sokongan, bimbingan dan memberi inspirasi kepada saya sepanjang perjalanan

pembelajaran saya. Saya juga

mendedikasikan karya ini kepada penyelia saya yang telah menyokong saya

sepanjang proses ujikaji ini. Saya akan sentiasa menghargai segala yang telah mereka lakukan.

Anda semua adalah penyokong saya yang terbaik.

ABSTRAK

Projek ini berkaitan penilaian mengkaji kesan penggelekan dan rawatan haba ke atas keluli tahan karat. Objektif utama projek ini ialah untuk menentukan sifat mekanik pada keluli tahan karat. Projek bermula dengan penggelekan sejuk ke atas keluli tahan karat. Selepas itu, rawatan haba penyepuhlindungan dikenakan terhadap keluli tahan karat. Kemudian proses menghasilkan spesimen keluli tahan karat bagi selepas dikenakan penggelekan dan rawatan haba serta sebelum dikenakan penggelekan dan rawatan haba. Struktur spesimen model dua dimensi dihasilkan menggunakan perisian 'AutoCad' untuk dibaca oleh mesin pemotongan jet air. Selepas spesimen dihasilkan segala eksperimen dijalankan. Proses ujikaji dilakukan sehingga mencapai spesifikasi yang diinginkan. Sebanyak 6 spesimen dikenakan ujian tegangan untuk mengetahui kesan penggelekan sejuk dan rawatan haba terhadap keluli tahan karat.. 3 spesimen sebelum dikenakan penggelekan dan rawatan haba dan 3 spesimen selepas dikenakan penggelekan dan rawatan haba. Keputusan mendapati kekuatan keluli tahan karat berkurang selepas dikenakan penggelekan dan rawatan haba. Hal ini kerana, sifat bahan dalam keluli tahan karat menjadi rapuh. . Segala data dan keputusan dicatat untuk dibincangkan.

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah, Yang Maha Pemurah, lagi Maha Mengasihani, saya ingin mengucapkan syukur kepada Allah yang maha kuasa kerana memberi saya inspirasi, kesabaran, masa, peluang dan kekuatan untuk menyiapkan Projek Tahun Akhir saya (FYP) dengan tajuk Kesan pengelekan dan rawatan haba terhadap keluli tahan karat. Dengan kehendak dan rahmat Allah saya telah dapat mencapai semua ini.

Laporan ini adalah hasil daripada usaha bersama orang yang secara langsung atau tidak langsung membantu dan menyokong saya semasa tempoh untuk menyiapkan Projek Tahun Akhir (FYP) ini. Saya sangat terhutang budi dan sekalung penghargaan dan terima kasih saya kepada orang-orang yang membantu saya. Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada Dr. Omar bin Bapokutty, pensyarah di Fakulti Kejuruteraan Mekanikal UTeM dan juga ditugaskan sebagai penyelia projek saya yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan projek ini.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pensyarah, juruteknik dan kakitangan UTeM atas kerjasama dan sentiasa memberi bimbingan, membantu dan memberi maklumat kepada saya semasa menyiapkan Projek Tahun Akhir ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih kepada semua rakan-rakan, ibu bapa yang dikasihi, adik-beradik dan semua orang yang telah menyumbang dengan menyokong kerja saya dan untuk semua sokongan moral untuk membantu saya berjaya menamatkan kajian ini.

ISI KANDUNGAN

MUKA SURAT

PENGAKUAN		ii
PERISYTIHARAN PENYELIA		iii
DEDIKASI		iv
ABSTRAK		v
PENGHARGAAN		vi
ISI KANDUNGAN		vii
SENARAI GAMBAR RAJAH		□
SENARAI JADUAL		□
SENARAI SIMBOL		□
BAB 1	PENGENALAN	
1.1	LATAR BELAKANG	1
1.2	PERNYATAAN MASALAH	3
1.3	OBJEKTIF	4
1.4	SKOP PROJEK	4
1.5	METODOLOGI AM	5
BAB 2	KAJIAN LITERATUR	
2.1	PENGGELEKAN	7
2.2	RAWATAN HABA	9
2.3	BAHAN KERJA	15
2.4	UJIAN	18
BAB 3	METODOLOGI	
3.1	PENGENALAN	20

3.2	CARTA ALIRAN	20
3.3	GAMBAR RAJAH SKEMATIK	23
3.4	MESIN UJIAN TEGANGAN	24
3.5	PENYEDIAAN SPESIMEN	25
3.6	PEMOTONGAN JET AIR	27
3.7	PENGGELEKAN SEJUK	28
3.8	RAWATAN HABA	29
3.9	PROSEDUR UJIAN TEGANGAN	30
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	PENGENALAN	31
4.2	KEPUTUSAN DAN ANALISIS EKSPERIMEN	31
4.3	RUMUSAN	41
BAB 5	KESIMPULAN	
5.1	KESIMPULAN	42
5.2	CADANGAN	43
RUJUKAN		45
LAMPIRAN		47

SENARAI GAMBAR RAJAH

RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Graf suhu terhadap masa untuk perlindungan dan pembajaan.	10
2.2	Transformasi suhu-masa bagi besi apabila dikenakan rawatan haba.	11
2.3	Perubahan pemanjangan STS (keluli tahan karat) selepas penepuhlindungan.	14
2.4	Graf tegangan terhadap terikan.	19
3.1	Carta aliran metodologi.	21
3.2	Gambar rajah skematik.	23
3.3	Mesin ujian universal.	24
3.4	Ukuran diameter 'dog-bone'.	25
3.5	Contoh spesimen dalam lukisan 3-D.	26
3.6	Contoh lukisan spesimen pada pandangan atas.	26
3.7	Pemotongan Jet Air (Mach 2b Series).	27
3.8	Mesin penggelekan sejuk.	28
3.9	Alat rawatan haba.	29
4.1	Tenaga yang diserap dengan suhu yang dikenakan.	34
4.2	Jarak G.	34
4.3	Titik G ditandakan pada kesemua spesimen sebelum ujian tegangan.	35
4.4	Graf tegasan dan terikan sebelum penggelekan dan rawatan haba.	38
4.5	Graf tegangan dan tegasan selepas penggelekan dan rawatan haba.	39
4.6	Titik kekuatan alah dalam graf selepas ujian tegangan.	39

SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Huraian keluli tahan karat antara jenis-jenis keluli tahan karat.	2
2.1	Jenis-jenis keluli tahan karat dan kekuatan alah serta kekuatan tegangan.	15
4.1	Beban maksimum sebelum dan selepas penggelekan dan rawatan haba.	32
4.2	Lanjutan tegangan pada beban maksimum untuk semua spesimen.	35
4.3	Peratus pemanjangan spesimen sebelum dan selepas penggelekan dan rawatan haba.	36
4.4	Tegangan tegasan dan tegangan terikan.	37

SENARAI SIMBOL

ΔL = perubahan dalam pemanjangan

L_0 = permulaan panjang

L = panjang akhir

ϵ = Terikan

F = daya

A = keratan rentas spesimen

σ = Tegasan

SENARAI LAMPIRAN

NO.	TAJUK	MUKA SURAT
1	Mesin rawatan haba.	47
2	Keluli tahan karat selepas penggelekan dan rawatan haba	48
3	Mesin pemotongan jet air	48
4	Spesimen 'dogbone'	49
5	Spesimen patah selepas ujian tegangan	49
6	Spesimen yang telah dibuat ujian tegangan	50
7	Carta Gantt PSM 1	51
8	Carta Gantt PSM 2	52

BAB 1

Pengenalan

1.1 Latar Belakang

Dalam industri seni bina, industri minyak dan gas, industri kereta dan dalam bidang perubatan, keluli tahan karat banyak digunakan. Keluli tahan karat ini digunakan untuk tujuan tertentu seperti membuat sistem ekzos, tangki minyak, sistem paip dan banyak lagi. Dalam bidang perniagaan makanan, kebanyakan peralatan dibuat dari keluli tahan karat sebagai tempat untuk diletakan makanan dan sebagai peralatan makan seperti buffet, sudu dan garfu. Logam ini antara yang paling selalu digunakan oleh perindustrian kerana bahan ini senang didapati, tahan dan bersih.

Terdapat berbagai jenis keluli tahan karat mengikut komposisinya. Apabila nikel ditambah, struktur austenit besi dimantapkan dan struktur hablur dihasilkan dapat mencekalkan keluli tahan karat dan menghasilkan keluli yang tidak bermagnet dan kurang rapuh pada suhu rendah. Keluli tahan karat akan menjadi lebih tinggi kekerasan dan kekuatan apabila lebih banyak karbon ditambah. Setiap jenis keluli tahan karat mempunyai peratusan karbonnya sendiri, nikel, manganase, kromium, aloi dan molibdenum. Jadual 1.1 menunjukkan huraian keluli antara pelbagai jenis keluli tahan karat.

Jadual 1.1: Huraian keluli tahan karat antara jenis-jenis keluli tahan karat

Jenis keluli tahan karat	Huraian
Austenitik	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai satu struktur habluran austenitic. • Mengandungi 0.15% karbon, 16% kromium. • Mempunyai beberapa nikel mencukupi dan mangan untuk mengekalkan satu struktur austenitic di semua suhu.
Superaustenitik	<ul style="list-style-type: none"> • Mengandungi (>6%) molibdenum , beberapa tambahan nitrogen dan nikel yang lebih tinggi untuk mengelak kakisan. • Lebih mahal kerana mempunyai aloi yang lebih tinggi.
Ferritik	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai rintangan kakisan lebih rendah disebabkan oleh kromium yang rendah dan mengandungi nikel. • Mengandungi 10.5% hingga 27% kromium dengan nikel yang sangat sedikit.
Martensitik	<ul style="list-style-type: none"> • Bukan sebagai tahan kakisan

	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat dan keras dan boleh dikeraskan oleh rawatan haba. • Mengandungi (12% - 14%) kromium, (0.2% - 1%) molibdenum, (<2%) nikel dan (0.1% - 1%) daripada karbon.
Keluli Dupleks	<ul style="list-style-type: none"> • Kromium tinggi (19% - 32%) dan (>5%) molibdenum dan kandungan nikel yang lebih rendah.

1.2 Penyataan Masalah

Pada umumnya, kita tahu bahawa keluli tahan karat mempunyai rintangan kakisan yang amat baik. Keluli tahan karat boleh dihasilkan menggunakan tuangan, penempaan atau penyemperitan. Keluli tahan karat austenitik pula agak sukar untuk dimesin dan boleh menyebabkan kakisan jika proses patri dilakukan ke atasnya. Tujuan rawatan haba dilakukan adalah untuk menghasilkan campuran struktur mikro yang akan memberikan kombinasi sifat mekanik keluli yang baik. Ini sangat penting dalam industri penghasilan keluli tahan karat untuk memastikan keluli yang dihasilkan sangat tahan karat dan kuat. Penggelekan pula dilakukan pada permukaan bahagian dan melibatkan mampatan oleh satu unsur keras seperti bola atau sfera di mana boleh mencacatkan dan mengurangkan kekasaran permukaan. Plat keluli tahan karat perlu dimampatkan dan mengubah mikrostruktur di atasnya. Akhir sekali, saiz, bentuk dan sifat mekanik akan berubah dan meningkatkan kebolehmesinan.

1.3 Objektif

Objektif projek ini adalah seperti berikut:

1. Untuk menentukan sifat mekanikal keluli tahan karat.
2. Membandingkan sifat mekanikal keluli tahan karat sebelum dan selepas ujian.

1.4 Skop Projek

Skop projek ini adalah seperti berikut:

1. Untuk mempelajari ciri-ciri penggelekan pada keluli tahan karat dengan melakukan ujian makmal.
2. Hanya keputusan untuk keluli tahan karat sebelum dan selepas ujian rawatan haba akan dibentangkan untuk projek ini.
3. Ujian tegangan dilakukan ke atas keluli tahan karat sebelum dan selepas penggelekan dan rawatan haba.

1.5 Metodologi Am

Tindakan yang perlu dijalankan untuk mencapai objektif dalam projek ini adalah seperti berikut.

1. Permulaan

Pilih tajuk projek.

2. Penyataan masalah, objektif dan skop projek

Baca artikel atau jurnal tentang kajian-kajian pergolekan dan rawatan haba ke atas keluli tahan karat dan bagaimana eksperimen dijalankan.

3. Kajian literatur

Jurnal, artikel atau sebarang bahan mengenai projek akan dikaji semula.

4. Kaedah

Tindakan itu hendaklah di bawa untuk eksperimen ini.

5. Menghasilkan spesimen

Menghasilkan bahan yang akan digunakan dalam eksperimen ini. Spesimen keluli tahan karat akan dipotong menjadi 'dog-bone' dengan menggunakan pemotongan jet air.

6. Eksperimen

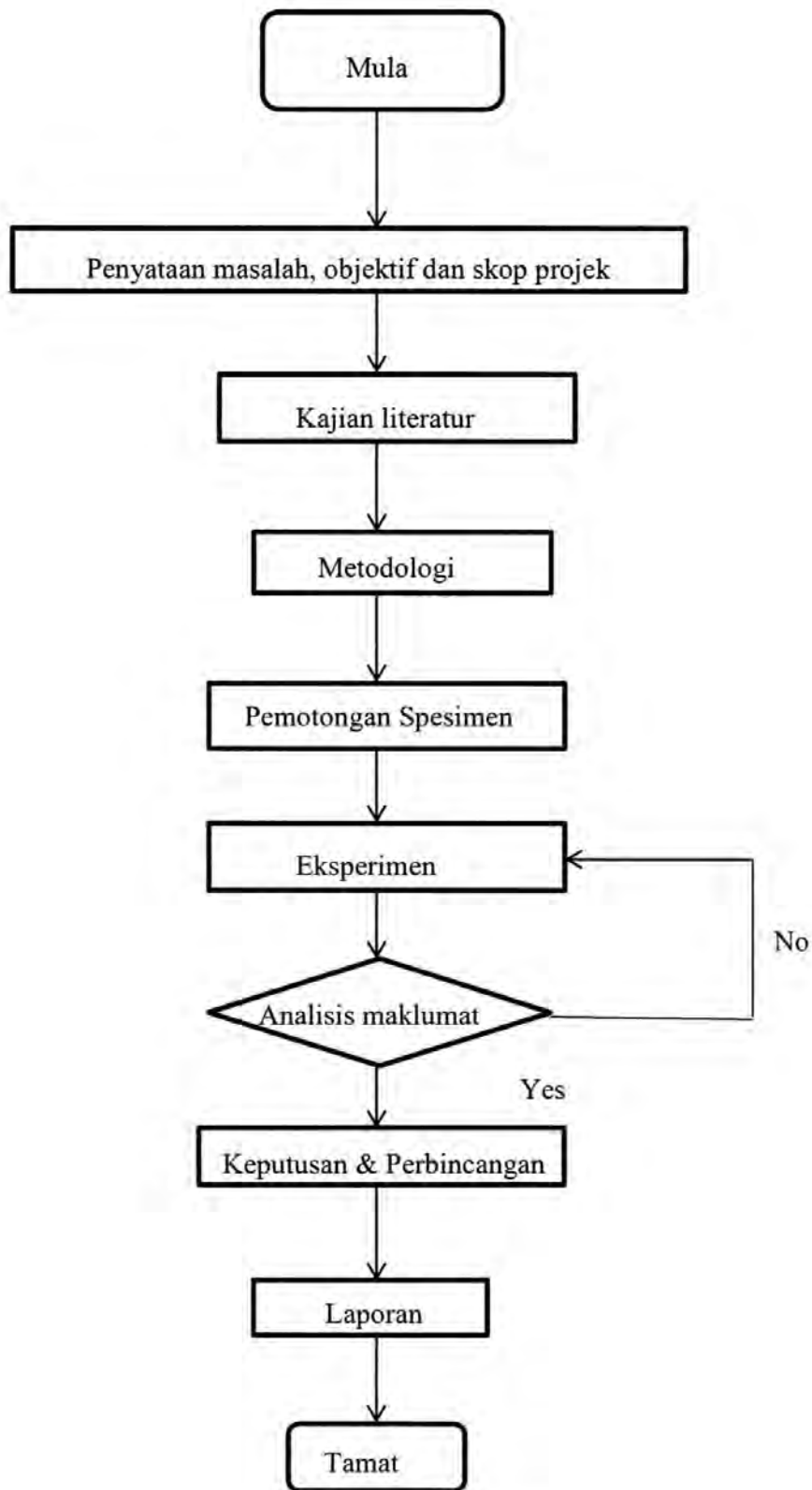
Buat satu eksperimen tentang kajian-kajian pengelekan keluli tahan karat.

7. Analisis maklumat

Menganalisis maklumat yang telah diambil sama ada melihat eksperimen ini gagal atau berjaya.

8. Hasil dan perbincangan

Satu laporan mengenai kajian ini akan ditulis pada akhir projek.



BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Penggelekan

2.1.1 Pengenalan

Penggelekan ialah proses membentuk logam di mana bahan logam akan melalui satu atau lebih pasangan penggelekan untuk mengurangkan ketebalan dan membuat ketebalan yang seragam. Konsep ini sama seperti penggelekan ke atas doh. Penggelekan diklasifikasikan mengikut suhu logam untuk digelekan. Jika suhu logam di atas suhu penghabluran semulanya, maka proses dikenali sebagai penggelekan panas. Jika suhu logam di bawah suhu penghabluran semulanya, proses dikenali sebagai penggelekan sejuk. Proses penggelekan hendaklah mencapai ketebalan akhir ditakrifkan dan ciri-ciri akhir. Penggelekan bermula dari kepingan-kepingan logam dihasilkan oleh proses tuangan. [Marcus Bambach, 2016]

2.1.1 Jenis-jenis Penggelekan

Terdapat beberapa jenis penggelekan seperti penggelekan panas, penggelekan sejuk, pengguling gelang, memprofailkan beralun dan mengawal beralun. Penggelekan mempunyai banyak jenis tetapi yang sering digunakan ialah penggelekan panas dan penggelekan sejuk. Dalam eksperimen ini, penggelekan sejuk digunakan sebelum membuat rawatan haba.

2.1.1.1

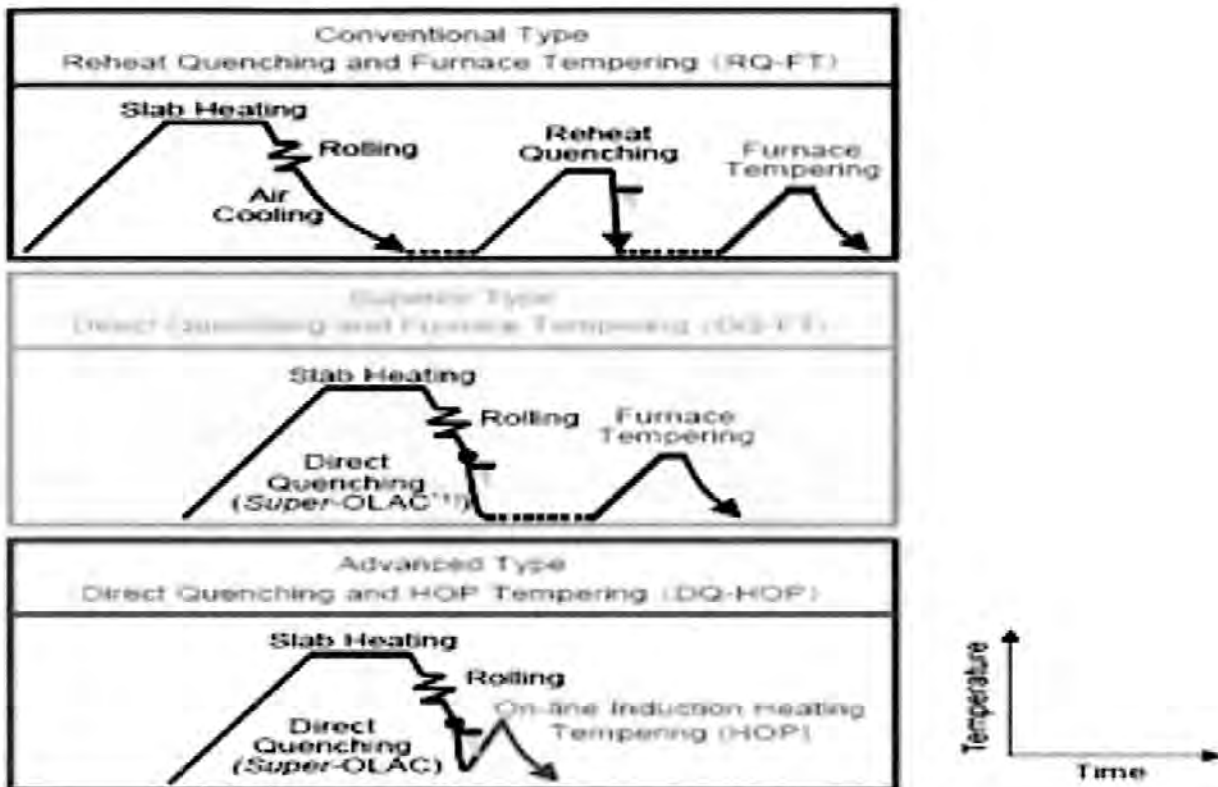
Penggelekan panas ialah satu proses kerja logam yang berlaku di atas suhu penghabluran semula bahan. Selepas bijian terhasil semasa pemprosesan, ia akan menghablur semula dengan memelihara satu persamaan mikrostruktur dan mencegah logam dari kerja pengerasan. Bahan permulaan ialah kepingan-kepingan logam yang besar seperti produk-produk tuangan yang separa selesai, kepingan dan hamparan. Apabila penggelekan panas dikenakan ke atas keluli tahan karat ia akan menukar teksturnya dari pemejalan. Proses menegangkan mekanikal dan penghabluran semula boleh mengurangkan pembatasan pada tekstur itu. Terdapat dua peringkat dalam melaksanakan keluli tahan karat berferit dalam penggelekan panas industri iaitu penggeloraan dan penyelesaian. [Flavia Viera Braga, 2015]

2.1.1.2

Penggelekan sejuk berlaku dengan logam di bawah suhu penghabluran semulanya yang meningkatkan kekuatan melalui pengerasan terikan sehingga 20%. Ia juga memperbaiki kemas permukaan dan memegang toleransi dengan lebih ketat. Produk-produk yang biasa digelek sejuk termasuk kepingan, jalur, bar, dan rod-rod. Produk ini biasanya merupakan lebih kecil daripada produk yang digunakan untuk penggelekan panas. Penggelekan sejuk tidak boleh mengurangkan ketebalan bahan kerja dengan banyak berbanding penggelekan panas dalam satu penggelekan. Penggelekan sejuk jalur-jalur keluli tahan karat telah digunakan dengan meluas dalam pelbagai bidang disebabkan rintangan kakisan yang amat baik seperti rintangan haba, kekuatan sederhana dan kemuluran dan boleh dikitar semula. Bentuk-bentuk lain boleh digelek sejuk jika keratan rentas agak seragam dan dimensi melintang agak kecil. [Chang-sheng Li, 2014]

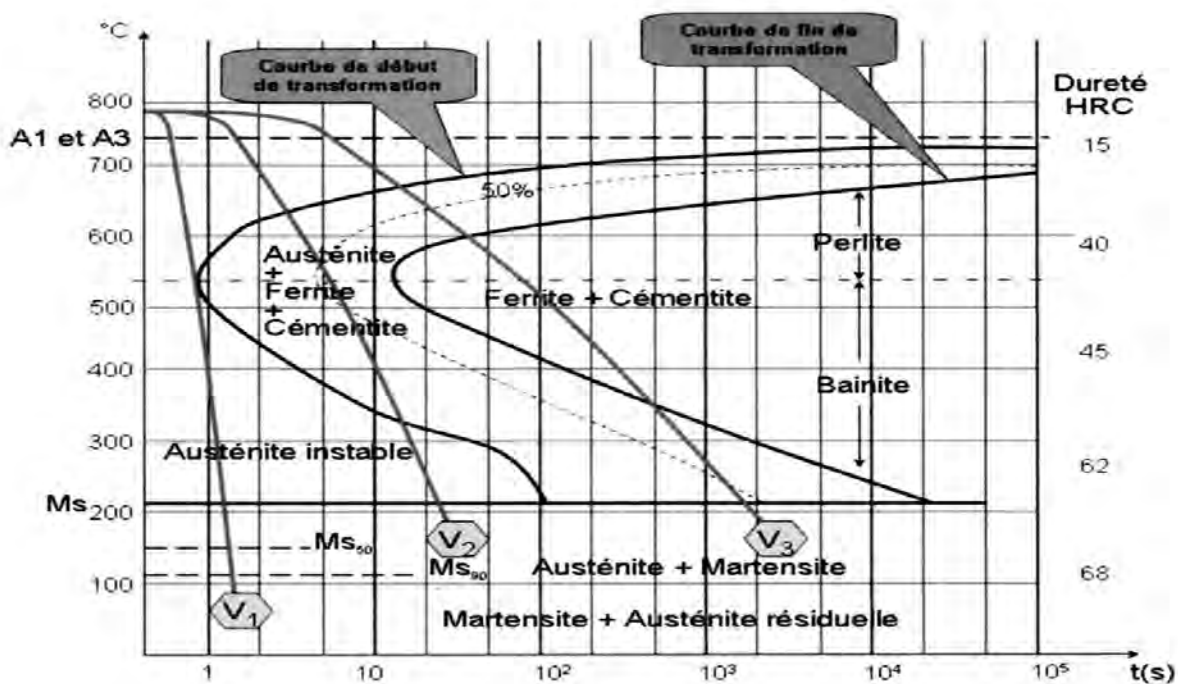
2.2 Rawatan Haba


Kaedah-kaedah rawatan haba seperti pelegaan tegasan, penguatan dan penyepuhlindungan, mengukuhkan kemuluran dan ciri-ciri rintangan kakisan logam yang diubah semasa membentuk atau menjana struktur keras mampu menerima lelasan dan mempunyai mekanikal tekanan yang tinggi. Haba merawat ialah antara kerja-kerja dalam perindustrian dan proses-proses pengerjaan logam digunakan untuk mengubah ciri-ciri fizikal, bahan kimia dan ciri-ciri bahan tersebut. Rawatan haba juga digunakan dalam menghasilkan bahan-bahan lain seperti kaca, aluminum, besi dan pelbagai jenis bahan lagi.



Rajah 2.1 : Graf suhu terhadap masa untuk perlindungan dan pembajaan

Rawatan haba juga melibatkan penggunaan pemanasan atau pendinginan dan selalunya pada suhu melampau untuk mencapai satu keputusan yang diinginkan seperti menguatkan atau melembutkan satu bahan. Rawatan haba juga boleh mengubah ketebalan lapisan sesuatu bahan. [D.S. Bae, 2011]. Rawatan haba ialah pemanasan dan pendinginan sesuatu logam yang akan mengubah ciri-ciri fizikal dan mekanikal tanpa mengubah bentuknya dan boleh digunakan untuk mengubah beberapa sifat mekanik seperti meningkatkan kebolehbentukan dan memesis.



 : Perbezaan kadar penyejukan apabila disejukan daripada suhu kritikal A3

V1 : Menghasilkan martensit

V2 : Menghasilkan pearlit dicampur dengan martensit

V3 : Menghasilkan bainit bersama pearlit dan martensit

Rajah 2.2 : Transformasi suhu-masa bagi besi apabila dikenakan rawatan haba

Terdapat dua mekanisme yang akan merubah ciri-ciri aloi semasa rawatan haba. Pertama ialah pembentukan martensit yang menyebabkan penghabluran secara hakiki dan kedua ialah resapan mekanisme menyebabkan perubahan dalam kehomogenan aloi.

2.2.1 Jenis-jenis Rawatan Haba

2.2.1.1 Pengerasan

Keluli tahan karat berferit austenitic ini mempunyai keupayaan pengerasan terikan tinggi, disebabkan fasa austenit yang metastabil yang membawa ke pemanjangan seragam menjadi lebih baik dan kekuatan tegangan akan meningkat. Dalam kebanyakan kes, proses yang terjadi melibatkan pembentukan satu mikrostruktur martensitic semasa perlindapan daripada austenite. Seperti keluli aloi rendah, keluli tahan karat martensit dibekukan menggunakan pewajaan, perlindapan dan austenit. Suhu-suhu austenit merangkumi 980°C kepada 1010°C. Pada suhu austenit 980°C, kekerasan dihilangkan sebagai cenderung untuk peningkatan terlebih dahulu dan kemudian menurun mengikut pengejukan suhu logam. Suhu optimum austenit untuk gred-gred keluli tertentu boleh berdasarkan pada suhu proses pewajaan.

2.2.1.2 Penyepuhlindapan

Penyepuhlindapan adalah memanaskan suatu logam pada suhu tertentu dan proses penyejukan pada suatu kadar yang cepat akan menghasilkan satu mikrostruktur halus. Penyepuhlindapan paling kerap digunakan untuk melembutkan satu logam bagi pekerjaan yang sejuk untuk meningkatkan kebolehmesinan, atau meningkatkan ciri-ciri bahan seperti kekonduksian elektrik.