

# ANALISIS PENINGKATAN KEKERASAN BAJA AMUTIT MENGGUNAKAN MEDIA PENDINGIN DROMUS

Karmin<sup>1)</sup>, Muchtar Ginting<sup>2)</sup>

<sup>1) 2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

## Abstrak

Baja amutit adalah salah satu jenis baja yang identik dengan AISI O1, mempunyai kekerasannya 18,7 HRc dan kekuatan tarik 677 N/mm<sup>2</sup>. Baja ini dapat ditingkatkan kekerasannya melalui proses quenching dengan oli sehingga memungkinkan digunakan untuk keperluan industri sebagai baja perkakas pengerjaan dingin seperti dies, punch, serta keperluan lain. Hardening dan tempering adalah salah suatu proses yang digunakan untuk mengubah sifat mekanik baja. Pada penelitian ini proses hardening, baja dipanaskan hingga temperatur 800°C kemudian didinginkan cepat menggunakan media pendingin emulsi (dromus oil dengan air) sebagai pengganti oli, proses ini menghasilkan baja yang sangat keras dan getas.

Baja kemudian dipanaskan kembali pada temperatur 200° C dan ditahan selama satu jam dan didinginkan perlahan-lahan dalam dapur, proses ini dinamakan tempering. Dengan memanaskan kembali baja maka akan didapatkan baja yang kekerasan dan kekuatan tariknya sedikit lebih rendah tetapi keuletannya lebih baik. Hasil penelitian pengerasan baja amutit menggunakan media pendingin dengan variasi rasio campuran dromus oil dengan air, setelah ditempering peningkatan kekerasan tertinggi adalah 63,08 HRc, diperoleh dengan menggunakan emulsi dromus oil dengan air rasio 1:30 sedangkan menggunakan oli sebagai media quenching dihasilkan kekerasan 58 HRc.

**Kata kunci:** Quenching, tempering dan sifat mekanis baja amutit

## Abstract

Amutit steel is one type of steel that is identical to AISI O1, has a hardness of HRC 18.7 and tensile strength of 677 N/mm<sup>2</sup>. This steel can be improved hardness through the process of quenching with oil making it possible for industrial use as a cold work tool steels such as dies, punch, and other purposes. Hardening and tempering is a process used to alter the mechanical properties of steel. In this study the process of hardening, the steel is heated to a temperature of 800°C and then rapidly cooled using a cooling medium of emulsion (oil dromus with water) as a replacement for oil, this process produces steel very hard and brittle.

Steel is then heated again at a temperature of 200° C and held for one hour and cooled slowly in the kitchen, this process is called tempering. By reheating the steel it will get the steel hardness and strength but its appeal slightly lower tenacity better. The results amutit hardening of steel using a variation of the ratio of the cooling medium dromus mix oil with water, after ditempering peningkatan highest hardness is HRC 63.08, obtained using dromus oil emulsion with water ratio of 1:30 while using oil as the quenching media produce 58 HRc hardness.

**Key words:** Quenching, tempering, mechanical properties of amutit steels.

## 1. PENDAHULUAN

Pada kegiatan manufaktur yang berkaitan dengan proses pembuatan/ membentuk produk berbahan logam besi

maupun logam non besi, sering membutuhkan peralatan seperti alat potong, *punch*, *dies* dan peralatan jenis lainnya. Alat potong, *punch* dan *dies* tersebut tentunya harus lebih keras dari logam yang akan

dipotong. Disamping itu sering pula beragam bentuk/ geometri, ukuran dan sifat yang harus dipenuhi terhadap produk yang dipesan, misalnya produk tersebut harus memenuhi kekerasan tertentu, sehingga diperlukan upaya untuk membuatnya dengan mudah dan murah biayanya.

Untuk memperoleh material dengan bentuk/ geometri tertentu dengan kekerasan yang tinggi, mungkin dapat kita peroleh dengan cara; pengecoran atau metalurgi serbuk dengan mengatur komposisi dan unsur-unsurnya, hal ini akan efisien bila dilakukan dalam jumlah yang banyak tapi tidak efisien untuk pembuatan produk terbatas. Suatu langkah yang mungkin dapat kita lakukan adalah memilih bahan yang kondisinya lebih lunak untuk memudahkan permesinannya/ membentuknya baru kemudian dikeraskan. Material Baja amutit K-460/ AISI O1 adalah salah satu material yang mempunyai kekerasan yang sedang dan mampu dibentuk dengan mesin namun kekerasannya dapat ditingkatkan melalui proses perlakuan panas sehingga baja amutit dapat dijadikan sebagai alat pemotong logam, *punch and dies*, atau komponen lain dengan geometri dan kekerasan tertentu.

Peningkatan kekerasan dengan cara *quenching* ( pendinginan cepat ) yang sudah cukup lama dikenal dalam teknologi material akan diterapkan untuk memproses peningkatan kekerasan baja amutit. Proses pengerasan yang dimaksudkan tentu tidaklah mudah, untuk mencapai hasil kekerasan yang optimal dan tidak mengalami cacat maka perlu melakukan tindakan yang tepat. Penelitian terhadap baja amutit K-460 ini merupakan upaya menerapkan ilmu dasar perlakuan panas sebagai landasan meningkatkan kekerasan menggunakan media pendingin emulsi ( air dan *dromus oil* ) serta mempelajari efek lain dari penggunaan media emulsi ini. Dengan mempertimbangkan sifat kelarutan *dromus oil* yang mempunyai kelarutan tingkat tinggi terhadap air sehingga dapat diemulsikan dengan rasio air / minyak drumus, biasanya 20:1 sampai 40:1 dengan demikian memungkinkan dimanfaatkan sebagai pendinginan pada pengerasan baja.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Baja Amutit

Baja amutit termasuk pada baja paduan yang setara dengan standar DIN

100Mn Cr W4; AISI O1; JIS SKS 3 yang mempunyai komposisi unsurnya; C: 0,95%, Mn: 1,1%, Cr: 0,5%, V: 0,12%, W: 0,55%, Si: 0,3%.<sup>(7)</sup>

### 2.2 Sifat Mekanik Baja

Sifat mekanik material yaitu sifat yang berkaitan dengan kemampuan material untuk mempertahankan diri dari gaya-gaya luar yang mempengaruhinya. Yang tergolong pada sifat mekanik ini adalah kekuatan, kekakuan, kekerasan, kerapuhan, elastisitas, keuletan dan mulur (*creep*). Namun pada baja yang dikeraskan, sifat yang paling dipertimbangkan adalah kekerasan, dan sifat kerapuhan (*Brittleness*).

### 2.3 Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan suatu material (benda kerja) terhadap penetrasi/daya tembus dari bahan lain yang lebih keras (penetrator). Untuk mengetahui kekerasan material, banyak sekali metoda yang dapat diterapkan tergantung pada material apa yang akan diuji. Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan yang mana tergantung pada cara melakukan pengujian yaitu :

1. Kekerasan goresan (*scratch hardness*).
2. Kekerasan lekukan (*indentation hardness*).
3. Kekerasan pantulan (*rebound*) atau kekerasan dinamik (*dynamic hardness*).

### 2.4 Kerapuhan (*Brittleness*)

Kerapuhan merupakan suatu ukuran kemampuan material untuk menyerap energi akibat beban kejut ( *impact* ). Untuk mengetahui sifat ini dilakukan melalui pengujian pukul takik.

- Energi yang diserap benda uji<sup>(4)</sup>

$$E = M (\text{Cos } \theta_s - \text{Cos } \theta_f - L) \quad (1)$$

Dimana :

M = Momen pendulum terhadap sumbu rotasi, (kg<sub>r</sub>.m)

$\theta_f$  = Sudut akhir pendulum (°)

$\theta_s$  = Sudut awal pendulum (°)

L = Energi yang hilang karena gesekan (joule)

- Ekspansi lateral

$$EL = a - b \quad (2)$$

Dimana :

a = Panjang penampang patahan (mm).

b = Panjang penampang awal (mm).

## 2.5 Perlakuan Panas

Perlakuan panas atau *heat-treatment* dapat didefinisikan suatu kombinasi proses pemanasan dan pendinginan logam/paduannya dalam keadaan padat secara terkontrol yang bertujuan mengubah sifatnya.

Tujuannya adalah mempersiapkan material logam sebagai produk setengah jadi agar layak diproses lanjut untuk meningkatkan umur pakai material logam sebagai produk jadi. Pertimbangan lain, dengan biaya perlakuan panas yang relatif rendah diperoleh umur pemakaian komponen akan lebih lama. Secara umum, proses perlakuan panas adalah sebagai berikut :

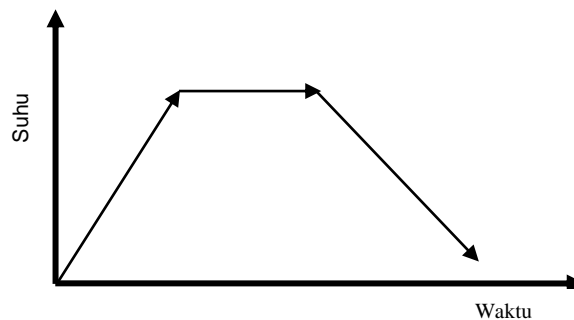
- Memanaskan logam/ paduannya sampai pada suhu tertentu, (*Heating-temperature*).
- Mempertahankan pada suhu pemanasan tersebut dalam waktu tertentu, (*Holding time*).

- Mendinginkan dengan media pendingin dan laju tertentu.

Skema pada proses ini secara sederhana dapat digambarkan melalui diagram temperatur versus waktu seperti gambar 1.

## 2.6 Dromus Oil

*Dromus oil* merupakan minyak mineral hasil penyulingan dan aditif yang diskripsi komposisi dan sifat kimianya seperti tabel 1. *Dromus Oil* memberikan pendinginan yang sangat baik, pelumasan dan perlindungan karat digunakan dalam berbagai pengerolan dan pengerjaan mesin. *Dromus oil* mempunyai kelarutan tingkat tinggi terhadap air sehingga dapat diemulsikan dengan rasio air/minyak drumus, biasanya 20:1 sampai 40:1 dengan demikian memungkinkan dimanfaatkan sebagai pendinginan pada pengerasan baja.



Gambar 1: Diagram Prinsip Perlakuan Panas

Tabel 1. Komposisi dan Sifat Kimia *Dromus Oil*

No	Komposisi		Chemical properties
	Name	Proportion	Initial boiling point :> 100 <sup>0</sup> C
1	Sodium sulphonate	1-4.9 %	Flash point :> 100 <sup>0</sup> C
2	Polyolefin ether	1-3 %	Auto-Ignition temperature : above 320 <sup>0</sup> C
3	Alkyl amide	1-3 %	Density : 930 kg/m <sup>3</sup> at 15 <sup>0</sup> C
4	Long chain alkenyl amide borate	1-2.4 %	Kinematic viscosity 400 mm <sup>2</sup> /sec

## 3. PROSEDUR DAN METODOLOGI PENELITIAN

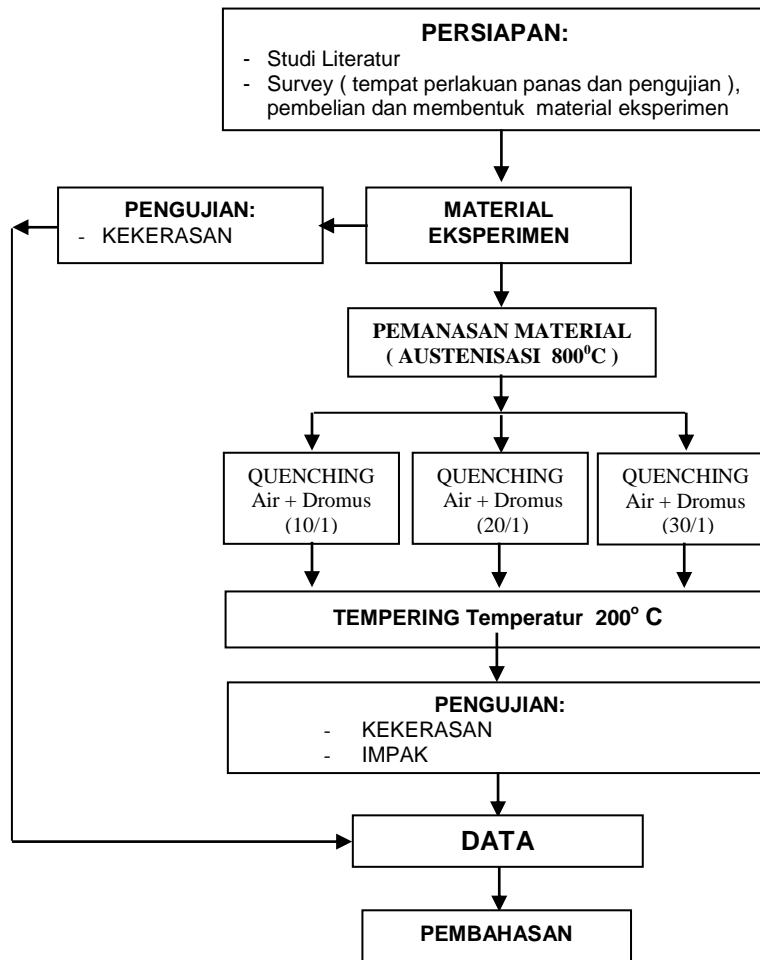
Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan pelaksanaan, antara lain : studi literatur, merancang dan membuat bahan yang akan diteliti, proses perlakuan panas serta pengujian-pengujian seperti ditunjukkan pada diagram alur prosedur penelitian gambar 2.

Penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan cara eksperimen, pengujian-pengujian, pendekatan pendekatan teoritik serta analisa komperatif. Dengan eksperimen dan pendekatan analisa secara komperatif, permasalahan akan lebih tepat, sederhana dan cepat untuk mengetahui perkembangan dari permasalahan yang diteliti dibanding dengan metoda lain. Hasil yang diperoleh dengan eksperimen dibandingkan dengan material awal sebelum

dikeraskan dan juga dari variasi perlakuan proses pengerasan.

Dari hasil penelitian ini diharapkan mendapatkan temuan yang bermanfaat atas

pengaruh media pendingin pada pengerasan baja menggunakan air + *dromus oil*.



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Pembuatan Spesimen.

Material amutit dilakukan pemotongan dan dibentuk untuk spesimen uji impak sebanyak 30 batang, yang dimensinya mengacu pada standard ASTM A23 type A (*cha Charpy V-notch*). Panjang 55 mm, penampang 10mm x 10 mm, kedalaman notch 2mm, sudut notch 45° pada radius 0,25 mm<sup>(4)</sup>

### 3.2 Karakterisasi

Tujuan karakterisasi ini adalah untuk memperoleh gambaran karakter awal baja amutit yang diproduksi dari pabrik baja meliputi terutama uji kekerasan.

### 3.3 Perlakuan Panas

Pelaksanaan perlakuan panas, material dipanaskan menggunakan tungku pemanas (*Muffle Furnace*). Panas diperoleh menggunakan energi listrik yang dialirkan kedalam dapur yang bagian dalamnya dilapisi dengan batu tahan api. Tungku ini mampu beroperasi hingga temperatur 1200°C dan dapat diatur peningkatan temperatur secara bertahap dengan interval waktu tertentu. Material yang telah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, dilakukan perlakuan panas dimana variabel yang ditetapkan dalam eksperimen sebagai berikut.

- Untuk proses pengerasan spesimen :
  - a) Temperatur austenisasi 800 °C dengan waktu tahan 40 menit.
  - b) Pencapaian suhu autenisasi dilakukan dilakukan secara bertahap

dengan pemrogram yang tersedia pada alat .

- c) Media pendingin adalah, air + drumus (perbandingan : 10 liter air per 1 liter drumus, 20 liter air per 1 liter drumus dan 30 liter air per 1 liter drumus). Volume media pendingin dibuat dengan ukuran yang sama yaitu masing masing sebanyak 15 liter.
- Untuk proses tempering spesimen. Tempering dilakukan pada temperatur 200 °C dengan waktu penahanan selama 60 menit, kemudian didinginkan dalam dapur.

### 3.4 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell yang mengacu pada standard ASTM, karena untuk menguji baja yang dikeraskan aplikasi pengujiannya menggunakan metoda Rockwell skala C dengan beban Major 150 kg. Alat Uji yang digunakan adalah Rockwell Hardness Tester HR-150 A.

### 3.5 Uji Impak

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat rapuh dari masing-masing hasil proses dengan media pendingin yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan *Charpy impact testing machine* Merk HUNGTA pada temperatur kamar. Pengujian dilakukan terhadap 3 buah benda uji dari masing-masing perlakuan yang sebelumnya telah dibentuk sesuai dengan

standar ASTM A23, spesimen uji impak Type A.

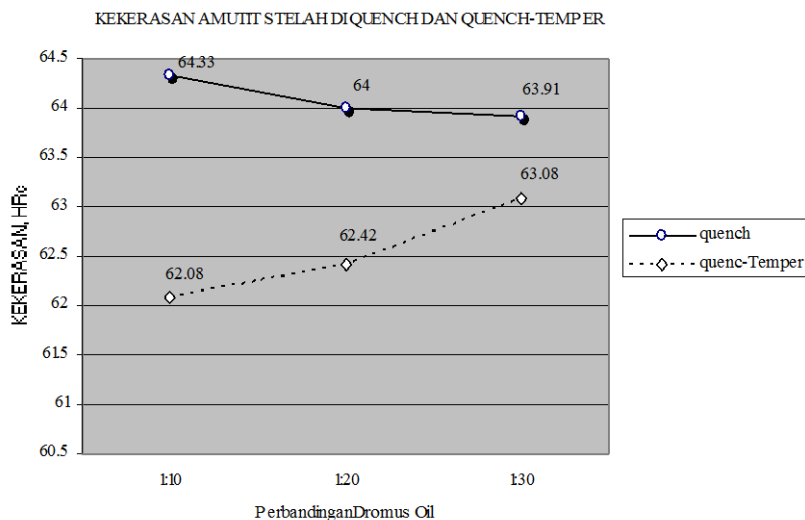
Prosedur Pengujian ;

1. Menempatkan benda uji sehingga posisi takikan terletak di tengah-tengah penahan.
2. Mencatat temperatur ruang uji (temperatur ruangan uji :  $23 \pm 5$  °C).
3. Melakukan pengujian masing-masing perlakuan 3 buah benda uji.

## 4. PEMBAHASAN DAN ANALISA

### 4.1 Perbandingan Kekerasan Baja amutit.

Hasil pengujian kekerasan ,dapat dibandingkan antara material sebelum dikeraskan maupun setelah dikeraskan dengan berbagai media pendingin drumus dengan perbandingan tertentu. Grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa baja amutit bila dilakukan proses pengerasan, kekerasannya dapat meningkat cukup signifikan yaitu dari rata-rata 17,5 HRc dapat mencapai 65 HRc lebih. Namun demikian bila dibandingkan dari ketiga perlakuan dengan media pendingin emulsi dromus, kekerasan yang dicapai tidak begitu jauh, kekerasan tertinggi (63,91 HRc) diperoleh dengan menggunakan media pendingin dromus rasio 1:30. Artinya emulsi *dromus oil* dengan air mempunyai efek untuk meningkatkan kekerasan.

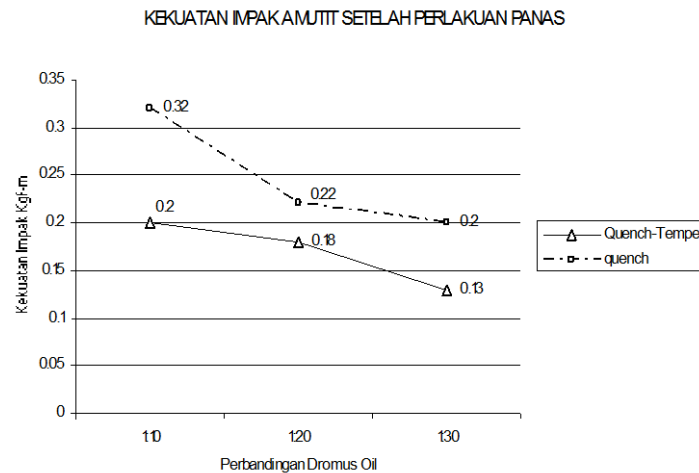


Gambar 3: Perbedaan Kekerasan Baja Amutit Hasil *Quenching* dengan *Quenc-Tempering*

#### 4.2 Perbandingan Kekuatan Impak Baja Amutit.

Gambar 4 memperlihatkan kekuatan impak rata-rata hasil pengujian Impak masing-masing perlakuan. Kekuatan impak sangat rendah ini mengisyaratkan material hasil proses perlakuan panas tersebut mempunyai sifat yang rapuh. Diantara ketiga

perlakuan menggunakan media pendingin, yang paling rapuh/ getas adalah hasil pendinginan dengan dromus 1:30 (untuk yang belum ditemper). Peristiwa ini dapat dimaklumi karena selama proses tempering terjadi perubahan struktur mikro dan penurunan tegangan dalam (*internal stress*).



Gambar 4: Hubungan Kuat Impak Terhadap Media Pendinginan Setelah Dikeraskan dan Ditempering

#### 5. KESIMPULAN

Dari hasil proses quenching baja amutit menggunakan media pendingin emulsi minyak dromus dengan air yang rasionya 1: 10, 1; 20 dan 1: 30, setelah melalui pengujian-pengujian dan analisisnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Penggunaan medium *quenching* emulsi minyak dromus dengan air mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap sifat mekanik baja amutit, makin banyak menambahkan volume air kedalam minyak dromus cenderung meningkatkan kekerasan dan kekuatan. Hasil pengujian dengan variasi rasio emulsi diperoleh :
  - Dengan rasio emulsi 1/10, diperoleh kekerasan 62.08 HRc,
  - Dengan rasio emulsi 1/20, diperoleh kekerasan 62,42 HRc,
  - Dengan rasio emulsi 1/30, diperoleh kekerasan 63.08 HRc,
2. Hasil yang diperoleh melalui *quenching* dengan emulsi dromus dan air yang dilanjutkan tempering, nilai kekerasan tertinggi 63,08 HR<sub>c</sub> diperoleh dengan menggunakan emulsi dromus dengan air rasio 1:30. Melihat dari kenyataan ini, prosentase campuran yang paling

dominan peningkatan kekerasan yaitu menggunakan media emulsi dengan rasio 1 bagian *dromus oil* dengan 30 bagian air.

3. Efek yang tidak menguntungkan dari ketiga medium pendingin dengan perbedaan rasio tersebut masing-masing memberikan efek retak dan distorsi terutama bila diterapkan pada material dengan geometri yang memberi peluang untuk terkonsentrasinya tegangan selama pendinginan. Dengan demikian bila ingin menggunakan media *quenching* ini, geometri material perlu dipertimbangkan supaya bentuknya simetris.
4. Hasil proses pengerasan baja amutit ini, jika dibandingkan dengan kekerasan pahat bubut HSS produk cina ( $\pm 57$  HRc), pahat bubut merk Bohler Mo Rapid Extra kekerasannya 58-61 HRc, dengan demikian produk ini memungkinkan untuk dipakai sebagai pahat bubut alternatif pengganti pahat bubut HSS produk cina, hanya saja masih perlu diteliti masalah perbedaan ketangguhannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Barney E, Klamechi, 2003 Material and Processes in Manufacturing, Ninth Edition John Wiley & Sons, Inc.
2. Cherly R Books, 1996, Principles of the Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels, First printing ASM International.
3. Daniel A.Brandt, 1985, Metallurgy Fundamentals. The Goodheart-Willcox Company,Inc. Publisher.
4. John R.Newby,1992, ASM Handbook, Volume 8 Mechanical Testing, ASM international, Printed in the United States of America.
5. Suherman,W,1997, Prinsip-prinsip Perlakuan Panas, ITS, Surabaya.
6. Totten,GE, BatesCE,Clinton,NA, Hand Book of Quenchant and Quenching Technology, ASM International ,USA, 1993,
7. ....Bohler K460, Kaltar beiits stahl cold working tool steel, internet.
8. ....internet, Daril Modified 11/30/209, 10:38 AM

## RIWAYAT PENULIS

**Karmin**, lahir di Muara Telang Muara Enim tanggal 12 Juli 1959. Menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Pancasila Jakarta pada tahun 2010. Bekerja sebagai Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya sampai dengan sekarang.

**M. Ginting**, lahir di Batu Karang Sumatera Utara tanggal 20 Mei 1955. Menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Pancasila Jakarta pada tahun 2010. Bekerja sebagai Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya sampai dengan sekarang.