



**TUGAS AKHIR - TM 145502**

**PENGARUH HASIL POTONG DENGAN  
VARIASI TIP DAN KECEPATAN POTONG  
MENGUNAKAN GAS OXY-ACETYLENE  
TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN  
PERMUKAAN BAJA ASTM A-36**

**BAYU PUJANINGKRAT  
NRP. 1021150000034**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Subowo, M.Sc.  
19581004 198701 1 001**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN  
Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**



**TUGAS AKHIR - TM 145502**

**PENGARUH HASIL POTONG DENGAN VARIASI TIP DAN  
KECEPATAN POTONG MENGGUNAKAN GAS OXY-  
ACETYLENE TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN  
PERMUKAAN BAJA ASTM A-36**

**BAYU PUJANINGK RAT  
NRP. 10211500000034**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Subowo, M.Sc.  
19581004 198701 1 001**

**Program Studi D3 Teknik Mesin  
Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**



**FINAL PROJECT - TM 145502**

**"THE EFFECT OF CUTTING WITH TIP VARIATION AND  
CUTTING SPEED USE OXY-ACETYLENE GAS TOWARDS  
ROUGHNESS AND HARDNESS OF STEEL ASTM A-36  
SURFACE"**

**BAYU PUJANINGK RAT  
NRP. 1021150000034**

**Concellor Lecture  
Ir. Subowo, M.Sc  
19581004 198701 1 001**

**Departement Of Industrial Mechanical Engineering  
Faculty Of Vocational  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**“PENGARUH HASIL POTONG DENGAN  
VARIASI TIP DAN KECEPATAN POTONG  
MENGUNAKAN GAS OXY-ACETYLENE  
TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN  
PERMUKAAN BAJA ASTM A-36”**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Ahli Madya Pada Bidang Studi Manufaktur  
Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**BAYU PUJANINKRAT  
NRP 10211500000034**

Mengetahui dan Menyetujui,

**Dosen Pembimbing**



Surabaya, Juli 2018

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **“PENGARUH HASIL POTONG DENGAN VARIASI TIP DAN KECEPATAN POTONG MENGGUNAKAN GAS OXY ACETYLENE TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN PERMUKAAN BAJA ASTM A-36”**

**Nama** : Bayu Pujaningkrat  
**NRP** : 10211500000034  
**Jurusan** : Teknik Mesin Industri FV-ITS  
**Dosen** : Ir. Subowo M.Sc.

## *Abstrak*

*Pada waktu ini proses pemotongan baja dipergunakan dalam pelaksanaan kontruksi bangunan baja, konstruksi mesin dan lain sebagainya. Proses pemotongan harus benar – benar memperhatikan kesesuaian antara sifat – sifat las dan sifat material yang akan dipotong. Materialnya ASTM A-36 untuk mengetahui hasil potong dengan variasi kecepatan potong dan jenis nozzle terhadap kekasaran dan kekerasan permukaan.*

*Penelitian ini menggunakan mesin oxy acetylene cutting sebagai alat pemotong material dengan variasi kecepatan potong dan jenis nozzle terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan. Proses pemotongan dilakukan di bengkel las politeknik perkapalan negeri Surabaya. Sedangkan pengujian kekasaran permukaan dilakukan di PT. Spektra Megah Semesta. Dan untuk pengujian kekerasan permukaan dilakukan di Laboratorium Metalurgi Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS Surabaya.*

*Dari hasil pengujian dapat memperoleh hasil kekasaran permukaan yang halus menggunakan tip 1(1,0 mm) dengan kecepatan potong 450 mm/mnt pada tebal benda 14 mm dan kecepatan potong 400 mm/mnt pada tebal 18 mm. sedangkan menggunakan tip 2 (1,3 mm) dengan kecepatan potong 500 mm/mnt pada tebal 14 mm dan kecepatan potong 450 mm/mnt pada tebal 18 mm. Nilai kekerasan yang paling tinggi pada benda tebal 14 mm dan benda tebal 18 mm pada kecepatan potong 400 mm/mnt. Hasil pemotongan menggunakan tip size 1 (1,0 mm) menghasilkan lebar kerf yaitu 2,44 mm – 5,75 mm, sedangkan menggunakan tip size 2 (1,3 mm) menghasilkan lebar kerfyaitu 1,76 mm – 1,96 mm.*

**Kata kunci:** Gas Oxy-acetylene, Tip, Kerf.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **“THE EFFECT OF CUTTING WITH TIP VARIATION AND CUTTING SPEED USE OXY-ACETYLENE GAS TOWARDS ROUGHNESS AND HARDNESS OF STEEL ASTM A-36 SURFACE”**

**Nama** : Bayu Pujaningkrat  
**NRP** : 10211500000034  
**Jurusan** : Teknik Mesin Industri FV-ITS  
**Dosen** : Ir. Subowo M.Sc.

## *Abstract*

*At this time the process of cutting steel is used in the implementation of steel construction buildings, construction machinery etc. The cutting process should really pay attention to the suitability between the weld properties and the material properties to be cut. The material is ASTM A-36 to know the result of cut with variation of cutting speed and type of nozzle to roughness and surface hardness.*

*This research used oxy acetylene cutting machine as cutting tool of material with variation of cutting speed and type of nozzle to hardness and surface roughness. The process of cutting is done in Surabaya Polytechnic shipping welding workshop. While surface roughness testing conducted at PT. Spektra Megah Semesta. and for surface hardness testing conducted at Metallurgical Laboratory Department of Mechanical Engineering Industry FV-ITS Surabaya.*

*From the test results can obtain a smooth surface roughness using tip 1 (1.0 mm) with cutting speed 450 mm / mnt on the thickness of 14 mm objects and cutting speed 400 mm / mnt at 18 mm thick. while using tip 2 (1.3 mm) with cutting speed 500 mm / min on 14 mm thick and cutting speed 450 mm / min on 18 mm thickness. the highest hardness value on a 14 mm thick object and a 18 mm thick object at a cutting speed of 400 mm / min. The cutting result using tip size 2 produces a narrow cut width. The result of cutting using the tip size of 1 (1.0 mm) resulted in a scratch width of 2.44 mm - 5.75 mm, while using the tip of the 2 (1.3 mm) resulted in a stroke width of 1.76 mm - 1.96 mm.*

**Keywords:** Gas Oxy-acetylene, Nozzle, Kerf.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatu

Alhamdulillah Rabbil'Alamin, Segala puji syukur penulis panjatkan keehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menuntaskan seluruh pengerjaan Tugas Akhir ini yang berjudul : Pengaruh Hasil Potong Dengan Variasi Tip Dan Kecepatan Potong Menggunakan Gas Oxy Acetylene Terhadap Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja Astm A-36.

Penyelesaian Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan akademis dan memperoleh gelar Ahli Madya dalam menempuh pendidikan Bidang Studi Manufaktur di program Studi D3 Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam terselesaikannya tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara moral maupun materi, yakni:

1. Bapak (alm) Imam Ahmadi dan Ibu Diana Triswanti serta Kakek, nenek dan seleruh saudara saya atas kasih sayang, doa dukungannya serta dukungan finansial yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis.
2. Bapak Ir. Subowo, M.Sc. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhirnya.
3. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. Selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS.
4. Bapak Ir. Suhariyanto, MT. Selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS.
5. Bapak Ir. Subowo, M.Sc. selaku dosen wali selama kuliah di Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan yang telah banyak membimbing penulis dalam menggali ilmu di Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS.
7. Teman-teman yang telah membantu selama pengerjaan tugas akhir, Mohammad Sodiq, Abdul Aziz, Miftahudin

Sidik, Indradi Mulya A., Rohmadoni, Ely Setya Arga, Firly Irhamni Ahsan, M. Fatahillah, Khoirul Anwar.

8. Seluruh teman-teman Warga Angkatan 2015 yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Semua pihak yang belum disebutkan di atas yang telah memberikan do'a, bantuan, dan dukungannya bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Surabaya, September 2018

Penulis

# Daftar Isi

Halaman Judul .....	i
Title Page .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	v
Abstract .....	vii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Tabel.....	xvii
Bab I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
Bab II Dasar Teori .....	5
2.1 Pengertian Pemotongan .....	5
2.2 Baja Karbon .....	6
2.2.1 Pengaruh Unsur – Unsur dari Baja Karbon .....	6
2.2.2 Klasifikasi Baja Karbon Secara Umum .....	8
2.3 Pemotongan Baja Karbon Rendah .....	9
2.3.1 Sifat Pemotongan Oxy-Acetylene .....	11
2.3.2 Daya Potong Api Atas Logam .....	13
2.4 Prinsip Dasar Proses Potong Dengan Gas .....	15
2.5 Mesin Potong Oxy-Acetylene .....	17
2.5.1 Prinsip Kerja Mesin Potong Oxy Acetylene .....	17

2.5.2 Jenis Mesin Potong Oxy-Acetylene .....	18
2.5.3 Penyetelan Nyala Api .....	19
2.5.4 Peralatan Mesin Potong Oxy-Acetylene .....	20
2.6 Bahan Bakar .....	27
2.6.1 Oksigen .....	27
2.6.2 Acetylene .....	27
2.7 Prosedur Pemotongan .....	27
2.8 Kerf .....	30
2.9 Uji Kekerasan Permukaan .....	32
2.9.1 Uji Kekerasan Brinell .....	33
2.9.2 Uji Kekerasan Rockwell .....	34
2.9.3 Uji Kekerasan Vickers .....	35
2.10 Uji Kekasaran Permukaan .....	35
Bab III Metodologi .....	39
3.1 Flow Chart Penelitian .....	39
3.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	40
3.3 Tempat Penelitian .....	40
3.4 Langkah Kerja .....	40
3.4.1 Studi Literature .....	40
3.4.2 Persiapan Material .....	40
3.4.3 Mesin Potong .....	42
3.4.4 Pemotongan .....	43
3.4.4.1 Penentuan Parameter Potong .....	43
3.4.4.2 Pelaksanaan Pemotongan .....	43
3.4.5 Persiapan Pengujian .....	46
3.5 Pengujian Benda Kerja .....	48
3.5.1 Pengujian Kekasaran Permukaan .....	48
3.5.2 Pengujian Kekerasan Permukaan Rockwell .....	49
Bab IV Analisa Data dan Hasil Pengujian .....	53
4.1 Hasil Uji Kekasaran Permukaan .....	53

4.1.1 Hasil Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Tip Size 1 .....	53
4.1.2 Hasil Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Tip Size 2 .....	55
4.1.3 Pembahasan Nilai Hasil Uji Kekasaran Permukaan .....	57
4.2 Hasil Uji Kekerasan Permukaan .....	58
4.2.1 Hasil Uji Kekerasan Permukaan Material Awal .....	58
4.2.2 Hasil Uji Kekerasan Permukaan Dengan Ketebalan 14 mm Beda Jenis Nozle .....	59
4.2.3 Hasil Uji Kekerasan Permukaan Dengan Ketebalan 18 mm Beda Jenis Nozle .....	61
4.2.4 Pembahasan Hasil Uji Kekerasan Permukaan .....	62
4.3 Kerf.....	64
4.3.1 Kerf Yang Dihasilkan Oleh Tip 1 .....	64
4.3.2 Kerf Yang Dihasilkan Oleh Tip 2 .....	65
 Bab V Kesimpulan Dan Saran .....	 69
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	69
 Daftar Pustaka .....	 71
Lampiran .....	73
Biodata Penulis	

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Proses Pemotongan Baja Karbon Rendah .....	10
Gambar 2.2 Proses Pemotongan .....	12
Gambar 2.3 Pemotongan Penampang Atas .....	12
Gambar 2.4 Pembentukan Kerf .....	12
Gambar 2.5 Pembentukan Drag atau Slag .....	13
Gambar 2.6 Jenis Mesin Cutting Portable Single Cutting .....	18
Gambar 2.7 Nyala Api Pada Posisi Netral .....	19
Gambar 2.8 Nyala Api Karburasi .....	20
Gambar 2.9 Nyala Api Oksidasi .....	20
Gambar 2.10 Contoh Dari Tabung Oksigen Tunggal .....	21
Gambar 2.11 Contoh Tabung Acetylene .....	22
Gambar 2.12 Contoh Regulator Oksigen .....	23
Gambar 2.13 Contoh Regulator Acetylene .....	23
Gambar 2.14 Contoh Selang Double Hose .....	24
Gambar 2.15 Jenis Torch .....	24
Gambar 2.16 Nozel Tipe .....	25
Gambar 2.17 Proses Pemotongan Untuk Logam Yang Tebal ..	28
Gambar 2.18 Kerf Dari Hasil Pemotongan .....	31
Gambar 2.19 Parameter Dasar Pada Pengujian Brinell .....	34
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian .....	39
Gambar 3.2 Benda Uji .....	41
Gambar 3.3 Posisi Torch Pada Awal Pemotongan .....	43
Gambar 3.4 Proses Pemotongan .....	45
Gambar 3.5 Hasil Proses Pemotongan .....	45
Gambar 3.6 Benda Kerja Untuk Uji Kekasaran Permukaan ....	47
Gambar 3.7 Benda Kerja Untuk Uji Kekerasan Permukaan ....	47
Gambar 3.8 Alat Ukur Kekasaran Permukaan .....	48
Gambar 3.9 Proses Uji Kekasaran Permukaan .....	49
Gambar 3.10 Alat Ukur Uji Kekerasan Permukaan .....	50
Gambar 3.11 Proses Uji Kekerasan Permukaan .....	51
Gambar 4.1 Diagram Uji Kekerasan Permukaan Tip Size 1 ....	54

Gambar 4.2 Diagram Uji Kekasaran Permukaan Tip Size 2 ....	56
Gambar 4.3 Diagram Uji Kekerasan Permukaan Tebal Benda 14 mm .....	60
Gambar 4.4 Diagram Uji Kekerasan Permukaan Tebal Benda 18 mm .....	62

## Daftar Tabel

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon .....	6
Tabel 2.2 Melting Point Dari Material Secara Umum .....	14
Tabel 2.3 Berbagai Gas untuk Bahan Bakar .....	16
Tabel 2.4 Jenis Torch Berdasarkan Ketebalan Logam .....	26
Tabel 2.5 Ukuran Tip beserta Dimensinya .....	26
Tabel 2.6 Tekanan Oksigen Potong (atm) .....	29
Tabel 2.7 Konsumsi Oksigen dalam lt/jam .....	30
Tabel 2.8 Ukuran Tip Size Untuk Gas Oxy Acetylene .....	32
Tabel 2.9 Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran .....	38
Tabel 2.10 Nilai Kekasaran Permukaan Menurut Proses Pengerjaan .....	38
Tabel 4.1 Nilai Kekasaran Menggunakan Tip Size 1 .....	53
Tabel 4.2 Nilai Rata – rata Kekasaran Permukaan Tip Size 1 ..	54
Tabel 4.3 Nilai Kekasaran Menggunakan Tip Size 2 .....	55
Tabel 4.4 Nilai Rata – rata Kekasaran Permukaan Tip Size 2 ..	56
Tabel 4.5 Hasil Uji Kekerasan Permukaan Material Awal .....	59
Tabel 4.6 Nilai Kekerasan Tebal Benda 14 mm .....	59
Tabel 4.7 Nilai Rata – rata Kekerasan Tebal Benda 14 mm ....	60
Tabel 4.8 Nilai Kekerasan Tebal Benda 18 mm .....	61
Tabel 4.9 Nilai Rata – rata Kekerasan Tebal Benda 18 mm ....	62
Tabel 4.10 Hasil Kerf Tip Size 1 .....	64
Tabel 4.11 Hasil Rata – rata Kerf Tip Size 1 .....	65
Tabel 4.12 Hasil Kerf Tip Size 2 .....	65
Tabel 4.13 Hasil Rata – rata Kerf Tip Size 2 .....	66

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada waktu ini proses pemotongan baja dipergunakan dalam pelaksanaan konstruksi bangunan baja, konstruksi mesin dan lain sebagainya. Proses pemotongan harus benar – benar memperhatikan kesesuaian antara sifat – sifat las dan sifat material yang akan dipotong. Secara terperinci dapat dikatakan bahwa dalam proses pemotongan harus memperhatikan cara pemotongan, cara pemeriksaan, material dan kecepatan potong berdasarkan fungsi dari bagian – bagian material yang dipotong.

Dalam teknologi pemotongan logam dikenal metode pemotongan dengan bahan bakar gas. Metode ini punya kelebihan yaitu kecepatan makan yang tinggi dan diimbangi dengan keakuratan yang tinggi juga. Telah dikembangkan juga standar untuk kecepatan potong, jarak potong, serta jenis nozzle yang tepat untuk tiap jenis material dengan tebal tertentu. Untuk itu dalam proses pemotongan diperlukan kemampuan yang tepat dalam menentukan parameter proses potong yang dipakai agar mendapatkan hasil potong yang terbaik.

Adapun salah satu factor yang secara langsung dapat mempengaruhi waktu produksi adalah waktu proses produksi. Dengan mempercepat waktu pemotongan tentunya akan mempercepat produksi. Tetapi hal ini akan berpengaruh pada kualitas dari material yang dipotong terutama pada nilai kekasarannya. Oleh karena itu, pengaruh adanya variasi nozzle terhadap nilai kekasaran permukaan hasil potong perlu diteliti lebih lanjut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana hasil kekasaran permukaan setelah dipotong dengan variasi tip dan kecepatan potong menggunakan gas oxy-acetylene.
2. Bagaimana hasil kekerasan permukaan setelah dipotong dengan variasi tip dan kecepatan potong menggunakan gas oxy-acetylene.
3. Bagaimana lebar kerf hasil potong menggunakan tip size 1 (1,0 mm) dan tip size 2 (1,3 mm)

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan perumusan masalah yang dikemukakan maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil kekasaran permukaan setelah dipotong dengan variasi tip dan kecepatan potong menggunakan gas oxy-acetylene.
2. Mengetahui hasil kekerasan permukaan sebelum dipotong dan setelah dipotong dengan variasi tip dan kecepatan potong menggunakan gas oxy-acetylene.
3. Mengetahui lebar kerf hasil potong menggunakan tip size berbeda pada ketebalan yang berbeda.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat yang akan didapat dari penelitian ini adalah:

1. Memperkaya keilmuan teknik terutama dalam bidang pengujian logam, pemotongan, dan bahan teknik. Sehingga dapat meningkatkan pengetahuan untuk masyarakat pada umumnya.
2. Memberikan kontribusi pada dunia akademis dan praktisi tentang pengaruh beda tip size dan kecepatan pada proses pemotongan gas oxy-acetylene.

## **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisa dibatasi hanya pada kecepatan potong 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, dan 500 mm/mnt.
2. Jenis nozzle tipe 1 (1,0 mm) dan tipe 2 (1,3 mm)
3. Penelitian hanya dibatasi pada material yang sudah ditentukan, yaitu baja karbon rendah ASTM A-36 dengan tebal 14 mm dan 18 mm.
4. Jarak tip ke benda kerja yang digunakan 11 mm.
5. Nyala api oxy-acetylene yang dipakai adalah nyala netral dengan tekanan pada regulator oksigen 4,6 kgf/cm<sup>2</sup> dan tekanan regulator acetylene 2,2 kgf/cm<sup>2</sup>.
6. Proses pemotongan dilakukan secara horizontal membentuk garis lurus.
7. Mesin yang digunakan adalah Produksi HANCOCK Andover, England dengan nomor seri II221-2.
8. Jenis nozzle yang digunakan adalah produksi KOIKE model 102HC Tip size 1 (1,0 mm) dan Tip size 2 (1,3 mm).

## **1.6 Metodologi Penelitian**

Dalam tugas akhir ini metodologi penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Studi Literatur  
Studi Literatur ini dilakukan untuk memperoleh masukan- masukan pengetahuan dan informasi yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi, juga sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir ini.
- Penelitian  
Dalam Analisa objek penelitian untuk tugas akhir ini, metode penelitian dilakukan dengan cara memotong plat dengan memberi variasi kecepatan pada setiap

material yang akan dipotong. Dari hasil pemotongan, masing – masing specimen dilakukan pengujian kekasaran permukaan serta pembahasan dari hasil pengujian tersebut.

- **Analisa Data dan Kesimpulan**

Dari data yang diperoleh selama melakukan penelitian dan pengujian material, dilakukan analisa data untuk membandingkan dengan teori – teori yang ada sehingga dapat ditarik kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan disusun untuk memberikan gambaran penjelasan mengenai bagian – bagian tugas akhir, diantaranya:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematikan penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Berisikan tentang tinjauan umum, klasifikasi dan sifat mekanis baja karbon, pemotongan baja karbon rendah, dan mesin potong otomatis.

### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini berisi metodologi penelitian, diagram langkah penelitian, spesifikasi alat dan bahan, serta langkah – langkah proses pengujian yang dilakukan.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA**

Membahas tentang hasil pengujian diantaranya adalah pengujian makro dengan menggunakan foto makro

### **BAB V PENUTUP**

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisa dan saran – saran penulis dalam penyusunan tugas akhir.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian Pemotongan**

Pemotongan adalah proses pemisahan benda padat menjadi dua atau lebih. Sedangkan proses pemotongan logam dengan gas adalah memotong dengan cara memanaskan logam sampai mendekati titik lebur (cair) kemudian ditekan dengan semburan gas pada tekanan tertentu sehingga logam yang akan mencair tersebut terbuang sehingga logam terpotong. Adapun yang berhubungan dengan temperature untuk melakukan sesuatu kegiatan seperti pemotongan, pengelasan, brazing dan soldering.

Pengelasan menurut AWS (American Welding Society) adalah proses penggabungan yang menghasilkan peleburan material dengan cara memanaskan material tersebut hingga temperature pengelasan, dengan atau tanpa tekanan atau hanya menggunakan tekanan, dan dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi.

*Brazing* adalah proses yang mirip dengan pengelasan di mana logam pengisi cair dipanaskan dan mengalir di antara dua atau lebih permukaan logam yang akan disambung tetapi logam yang disambung tidak ikut mencair. Ini sangat fleksibel karena sejumlah logam dapat bergabung. Namun, brazing terjadi pada suhu yang lebih rendah daripada pengelasan, biasanya sekitar 840°F. Bagian yang harus disambung harus sangat bersih, sering menggunakan metode mekanis seperti pengamplasan, penggilingan, peledakan abrasif, atau penggunaan pelarut kimia. Brazing biasanya digunakan untuk menyegel atau menyambung pipa dan bahaya yang terkait serupa dengan pengelasan.

*Soldering* merupakan proses penyambungan dua benda kerja atau lebih, namun tidak terjadi fusi antara benda kerja yang disambung tersebut. Logam *filler* (disebut *solder*) dicairkan dengan temperatur yang relatif rendah (lebih rendah dari temperatur logam *filler* pada proses brazing). Cairan logam filler

selanjutnya mengisi celah dan pori-pori pada kedua permukaan benda kerja yang saling menempel.

## 2.2 Baja Karbon

Baja karbon merupakan paduan antara besi dan karbon sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada jumlah kadar karbon yang dimilikinya, jika kadar karbon naik maka kekuatan dan kekerasannya juga akan bertambah tinggi tetapi nilai perpanjangan akan menurun. Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang mengandung 0,3 – 0,45% karbon, dan baja karbon tinggi berisi karbon 0,45 – 1,70% karbon. Oleh karena itu baja karbon diklasifikasikan berdasarkan banyaknya jumlah kadar karbon yang terkandung pada masing – masing baja tersebut.

**Tabel 2. 1** Klasifikasi Baja Karbon

Jenis	Kadar Karbon (%)	Kek. Luluh ( kg/mm <sup>2</sup> )	Kek. Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Kek. Brinel	Penggunaan
Baja Karbon rendah:					
Baja Lunak Khusus	0,08	18-28	32-36	95-100	Pelat Tipis
Baja Sangat Lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	80-120	Batang, Kawat
Baja Lunak	0,12-0,2	22-30	38-48	100-130	Konstruksi
Baja Setengah Lunak	0,2-0,3	24-36	44-45	112-145	Umum
Baja Karbon Sedang	0,3-0,5	30-40	50-60	140-170	Alat-Alat Mesin
Baja Karbon Tinggi:					
Baja Keras	0,5-0,6	34-46	58-70	160-200	Perkakas Rel, Pegas, Kawat Piano
Baja Sangat Keras	0,6-0,8	36-47	36-47	180-235	

### 2.2.1 Pengaruh Unsur – Unsur Dari Baja Karbon

Adapun pengaruhnya unsur- unsur yang terdapat pada baja karbon adalah sebagai berikut :

#### 1. Karbon (C)

Adalah unsur utama pada baja karbon sifatnya berbanding lurus dengan kekerasan. Jadi semakin

tinggi kadar karbon, maka kekerasan dan tegangan tarik semakin tinggi pula, tetapi keuletan turun atau semakin getas.

## 2. Mangan (Mn)

Mangan akan menaikkan kekerasan dan kekuatan Tarik. Dengan kandungan mangan yang kurang dari 0,3% dapat menaikkan ketahanan terhadap korosi dan mencegah keretakan pada baja.

## 3. Sulfur (S)

Sulfur menaikkan machinability pada baja tetapi menurunkan keuletan baja, ketahanan beban impact dan sifat umum las atau cutting. Sulfur dalam jumlah banyak akan menaikkan kecenderungan retak. Kandungan sulfur yang ideal adalah 0,035%.

## 4. Phosphor (P)

Phosphor dalam jumlah besar akan menaikkan kekuatan dan kekerasan, tetapi mengurangi keuletan dan ketahanan beban impact pada baja karbon tinggi. Pada baja karbon rendah, phosphor memperbaiki machinability dan ketahanan terhadap korosi. Kandungan phosphor lebih dari 0,04 % menyebabkan rapuh dan cenderung retak.

## 5. Silicon (Si)

Silicon merupakan unsur deoksidasi, silicon menaikkan kekuatan dan kekerasan tetapi pada karbon rendah silicon akan merugikan kualitas permukaan baja, jika kandungan karbon tinggi, silicon menyebabkan rentak. Kandungan ideal yang diinginkan adalah 0,1%

## 6. Tembaga (Cu)

Tembaga menaikkan ketahanan terhadap korosi, bila prosentase tidak lebih 0,15% tapi bila kandungan

lebih dari 0,15% dapat mempengaruhi sifat mekanik baja, jika baja dikenai panas.

### **2.2.2 Klasifikasi Baja Karbon Secara Umum**

Berdasarkan komposisi pembentuknya, maka baja karbon dapat diklasifikasikan dalam 3 kelompok sebagai berikut:

- Baja Karbon Rendah (Low Carbon atau Mild Steel) dengan kadar karbon 0,008% - 0,3%.
- Baja Karbon Medium (Medium Carbon) dengan kadar karbon 0,3% - 0,45%.
- Baja Karbon Tinggi (High Carbon) dengan kadar karbon 0,45% - 1,7%.

#### **1. Baja Karbon Rendah**

Baja karbon rendah atau yang biasa sering disebut juga baja karbon lunak banyak digunakan untuk konstruksi umum baja karbon ini dibagi lagi dalam baja kill, baja semi kil, dan baja rim dimana penamaannya berdasarkan atas persyaratan deoksidasi.

Faktor – faktor yang mempengaruhi mampu las pada baja karbon rendah adalah kekuatan takik dan kepekaan terhadap mampu las. Kekuatan takik pada baja karbon rendah dapat dipertinggi dengan menurunkan kadar karbon C dan menaikkan kadar mangan Mn. Suhu transisi dari kekuatan takik menjadi turun dengan naiknya harga perbandingan Mn/C.

Dalam proses pengelesannya sendiri baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan sesuai dengan standarnya, dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan hasilnya terpenuhi. Pada kenyataannya baja karbon rendah merupakan baja yang mudah dilas. Retak las mungkin terjadi pada

pengelasan pelat tebal tetapi dapat dihindari dengan pemanasan mula atau dengan menggunakan elektroda hidrogen rendah.

## 2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang mempunyai kadar karbon 0,3% - 0,45%. Sifat baja ini kuat dan keras serta dapat dikeraskan. Penggunaannya hampir sama dengan baja karbon rendah, digunakan untuk bahan yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan tinggi, juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, poros, roda gigi, rantai, dan lainnya.

## 3. Baja Karbon Tinggi

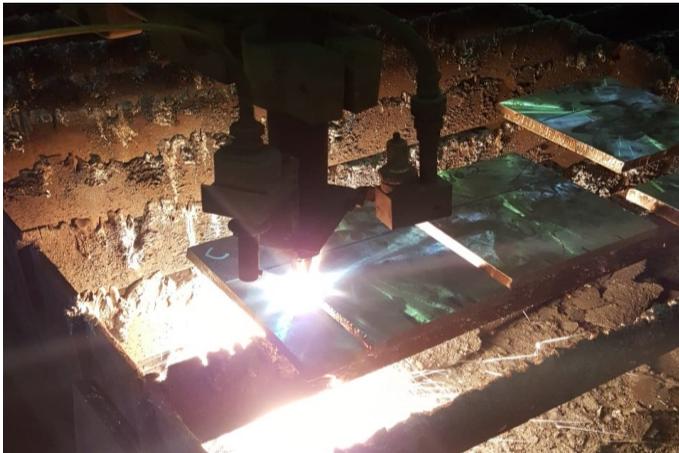
Baja karbon tinggi mempunyai kadar karbon 0,45% - 1,7%. Sifat baja ini lebih kuat dan keras tapi keuletan dan ketangguhan rendah. Baja ini terutama digunakan untuk perkakas yang biasanya memerlukan sifat tahan aus. Misal: untuk mata bor, tap, dan lain – lain. Baja ini mengandung banyak karbon dan unsur lain yang dapat memperkeras baja. Karena baja ini sangat mudah menjadi keras dan getas bila dibandingkan dengan baja karbon rendah maupun sedang. Sehingga sifat mampu lasnya dan cuttingnya tinggi.

### **2.3 Pemotongan Baja Karbon Rendah**

Baja karbon rendah adalah bahan yang paling mudah dipotong dengan gas oksigen bahan bakar (oxy-acetylene) karena mengandung besi yang sangat tinggi. Untuk pelat tebal dengan bagian – bagian yang berat dan bentuk – bentuk yang rumit, pemotongan dengan cara tersebut merupakan proses yang paling sering dipakai. Dalam keadaan yang tepat menghasilkan sisi (tepi) potong yang sangat halus. Karbon cenderung berpindah ke sisi potong dan dalam pendinginan mengakibatkan terbentuknya suatu kulit keras pada sisi potong.

Baja karbon rendah mengandung kadar karbon kurang dari 0,3% yang mempunyai sifat ulet dan lunak. Baja karbon jenis ini dapat dipotong dengan semua cara pemotongan yang ada dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya terpenuhi. Pada kenyataannya, baja karbon rendah adalah baja yang mudah dipotong.

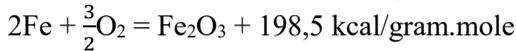
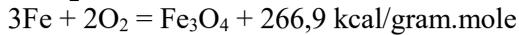
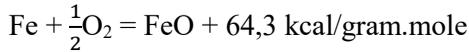
Pemotongan terjadi karena adanya reaksi antara oksigen dan baja. Pada permulaan pemotongan baja dipanaskan lebih dulu sampai mencapai suhu  $980^{\circ}\text{C}$  (merah cabai). Kemudian gas oksigen bertekanan tinggi disemburkan kebagian yang dipanaskan tersebut dan terjadilah proses pembakaran yang membentuk oksida besi. Karena titik cair oksida besi lebih rendah dari baja, maka oksida tersebut mencair dan terhembus oleh gas pemotong. Dengan ini terjadilah proses pemotongan.



**Gambar 2. 1** Proses Pemotongan Baja Karbon Rendah

### 2.3.1 Sifat Pemotongan Oxy-Acetylene

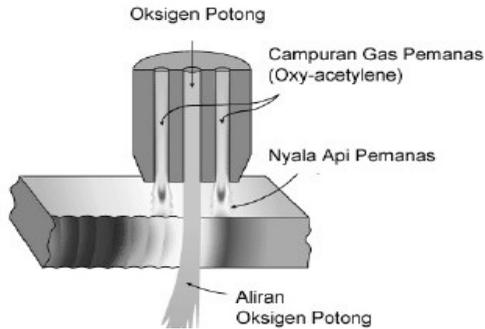
Hasil yang didapat dalam pemotongan ini tergantung dari pembakaran logam dengan semburan oksigen, reaksi untuk baja adalah sebagai berikut:



Pada suhu tinggi ketiga oksidasi besi dapat diproduksi pada daerah pemotongan. Tekanan pemotongan dengan api bergantung dari pemanasan pada daerah pemotongan, sampai didapat temperature yang sesuai dengan oksigen. Pemanasan ini disempurnakan dengan pembakaran bahan bakar gas dalam oksigen. Saat temperature yang diinginkan didapat, semburan oksigen murni (98 – 99,7% permurnian) dinyalakan. Pada saat oksigen membakar dan melelehkan logam ada beberapa api pemanasan oksigen dan acetylene yang terletak disekitar lubang nozel. hal ini yang membantu terjadinya proses pemotongan oksigen.

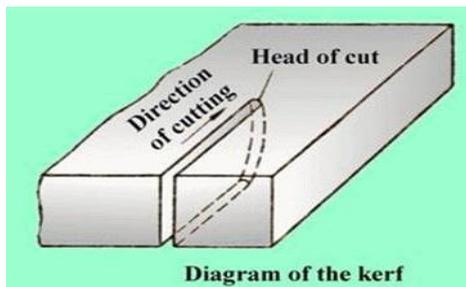
Dilihat dari daerah pemanasan, semburan oksigen dari lubang pusat menyebabkan permukaan logam terbakar dengan baik dan panas yang ditimbulkan tersebut membuat permukaan logam mendapat temperature lebih panas mendekati titik cair logam sehingga logam tersebut dapat dilakukan pemotongan.

Secara diagram, proses pemotongan akan digambarkan pada gambar dibawah ini. Selama pemotongan khusus dan proses manual saat nozel diarahkan pada ujung oksida secara terus – menerus berpindah pada permukaan kerf dan oksigen yang masih banyak / sedikit tetap berhubungan dengan logam.

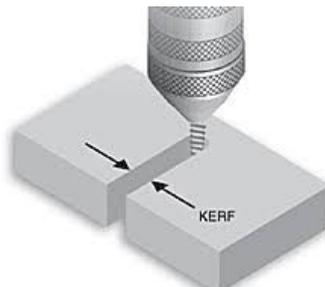


**Gambar 2. 2** Proses Pemotongan

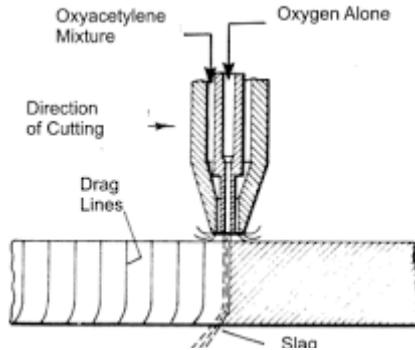
Untuk jenis potongan lurus sering terjadi alur potong yang melengkung dibawah hasilpotongan yang disebut dengan drag. Drag ini biasa dinyatakan sebagai persen dari ketebalan plat. Dimana untuk tebal plat tertentu maka drag yang terjadi juga tertentu.



**Gambar 2. 3** Pemotongan Penampang Atas



**Gambar 2. 4** Pembentukan Kerf



**Gambar 2. 5** Pembentukan Drag Atau Slag

### 2.3.2 Daya Potong Api Atas Logam

Pertama, titik lebur harus diatas suhu penyalaan dengan oksigen. Yang dimaksud adalah suhu penyalaan sebuah logam yaitu titik dimana logam dioksidasi dengan semburan oksigen pada permukaannya. Ada beberapa penelitian yang mempunyai perbedaan pendapat mengenai ini dikarenakan oleh percobaan dan permurnian oksigen yang berbeda – beda.

Suhu penyalaan tersebut berkisar  $1350^{\circ}\text{C}$  sehingga baja karbon rendah mempunyai titik lebur  $1500^{\circ}\text{C}$  dan memenuhi syarat bisa dipotong. Karena kandungan karbon selalu meningkat (titik lebur baja menurun dan titik nyala dengan oksigen meningkat) sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya potong.

Kedua, oksidasi dari logam yang dipotong harus melebur pada titik rendah dari logam tersebut dan dibawah suhu yang terjadi dalam pemotongan. Jika tidak maka permukaan oksidasi akan menghambat pembakaran dan pemindahan logam lebih lanjut. Hal ini terjadi pada baja khrom dan baja nikel khrom yang permukaan oksidasinya ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) meleleh pada suhu sekitar  $2000^{\circ}\text{C}$ , jika terjadi pada

paduan aluminium yang permukaan oksidasinya ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) leleh pada suhu sekitar  $2050\text{ }^\circ\text{C}$  dan juga pada beberapa logam yang tidak biasa dipotong dengan api sebab alasan diatas.

**Tabel 2. 2** Melting Point Dari Material Secara Umum

Material	Melting Point, $^\circ\text{C}$	Material	Melting Point, $^\circ\text{C}$
Iron	1535	Brass	850-900
Low Carbon steel	About 1500	Tin bronze	850-950
High carbon steel	1300-1400	Copper oxide	1236
Grey Iron	1200	Aluminium	657
Ferrous oxide	1370	Aluminium oxide	2020-2050
Ferrous-ferric oxide	1527	Zinc	419
Ferric oxide	1565	Zinc oxide	1800
copper	1083		

Note : for alloys, these are but approximate figures

Ketiga, panas yang dihasilkan untuk pembakaran logam dengan semburan oksigen harus cukup untuk mempertahankan proses pemotongan. Pada pemotongan plat baja karbon rendah, pembakaran besi dan karbon yang dihasilkan 70% dari panas total daripada pemanasan awal. Kualitas panas yang dihasilkan oleh reaksi oksidasi dari beberapa logam digambarkan pada table table 2.2

Keempat, logam yang akan dipotong tidak boleh mempunyai konduktivitas panas berlebih karena bisa mencegah pemotongan atau mengganggu operasi. Hal ini terjadi pada tembaga dan aluminium serta paduannya.

Kelima, oksidasi yang terbentuk pada pemotongan harus berwujud cair ketika meleleh, jika tidak terak lelehan akan sulit dihilangkan dari kerf dan bisa menghambat proses pemotongan.

Hal ini terjadi pada besi las yang teraknya banyak mengandung silicon oksida ( $\text{SiO}_2$ ).

Keenam, logam yang akan diberi pemanasan awal harus mempunyai sedikit kotoran yang mempunyai daya potong (Cr, C, Si) dan meningkatkan kekerasannya (Mo, W. dll). Jadi bahan – bahan yang bisa dipotong dengan baik adalah besi murni dan baja karbon rendah, dengan kandungan karbon 0,17% membutuhkan pemanasan awal sekitar 300-500 °C. apabila kandungan karbon lebih dari 1-1,2% maka tidak dilakukan pemotongan. Biasanya besi las tidak dapat dipotong dengan api, karena suhu penyalaan diatas titik lebur dan silicon oksida yang dihasilkan menyebabkan terak cair hilang dari kerf terkena semburan oksigen.

#### **2.4 Prinsip Dasar Proses Potong Dengan Gas (*Cutting gas*)**

Gas cutting adalah proses pemisahan logam dengan menggunakan nyala api proses pembakaran oksigen dan bahan bakar. Temperature nyala apinya minimal sama dengan leleh logam. Pada prinsipnya, baja jika dipanaskan sampai merah cemerlang (kira – kira 875°C), akan teroksidasi secara cepat (terbakar) apabila semburan oksigen bertekanan tinggi diarahkan kepadanya. Prinsip inilah yang digunakan untuk pemotongan pelat dan penampang baja.

Semburan oksigen dihasilkan dari suatu pipa hebus dan nozel yang khusus untuk tekanan tinggi. Suatu campuran yang panas bahan bakar dengan oksigen digunakan untuk memanaskan baja terlebih dahulu sampai temperature penyalaan, kemudian digunakan tuas untuk membuka katup yang akan melepaskan oksigen potong bertekanan tinggi yang akan menghembuskan fluida oksida besi yang terbentuk, meninggalkan potongan yang sempit yang disebut alur.

Proses gas-cutting ada yang manual dan ada yang otomatis. Pada proses pemotongan manual torch-nozel dipegang sendiri oleh tangan, sedangkan pada proses pemotongan otomatis nozel

dipegang oleh pemegang nozel (torch holder), kemudian digerakkan oleh mesin pemotong mengikuti arah relnya.

Spesifikasi mesin ini meliputi: sumber daya, kedalaman potong maksimal, kecepatan potong maksimal, jenis, berat, dan panjangnya.

**Tabel 2. 3** Berbagai Gas untuk Bahan Bakar

Rumus kimia bahan bakar gas	Metode produksi dan penyimpanan	Warna silinder	Temperature nyala api	Aplikasi dan keuntungan
Asetilene $C_2H_2$	Dilarutkan dalam silinder berpori Kalsium Karbid + Air	Merah tua	3100 °C	Pengelasan, Penyolderan, Pemotongan Penampang Tebal. Pemanasan awal, permulaan cepat
Propan (LPG) $C_3H_8$	Gas Minyak Cair dalam Silinder atau muatan "Pembaruan (Reforming) Parafin	Merah	2810°C	Muatan cair, memotong bersih Pemanasan Awal, Penyolderan, Pengelasan Perunggu Penampang Tebal, Jelaga sedikit
Gas Alam (LNG) $CH_4+C_2+H_6$	Gas Laut Utara (Gas Cair yang Diinginkan). Saluran Pipa Bertekanan Tinggi	Merah	2800°C	Penyolderan, Pengelasan Perunggu, Pemotongan, Pemanasan Awal.
Hidrogen $H_2$	Gas Bertekanan Tinggi dalam Silinder	Merah	2830°C	Pemotongan Bawah Air, Penyolderan

				dan Pengelasan Perunggu
Metan CH <sub>4</sub>	Gas Bertekanan Tinggi dalam Silinder Laut Utara dan Penguraian Sisa	Merah	2770°C	Penyolderan, Pemanasan Awal, Pemotongan.
Campuran Gas Perantara. Nama dagang M.A.P.P APACHI	Campuran Berbagai Gas Hidrokarbon. Dicairkan dalam Silinder.	Merah	2920°C	Pemotongan, Pemanasan Awal, Lebih Irit dari pada Asetilene

## 2.5 Mesin Potong Oxy-Acetylene

Pada Prinsipnya peralatan yang dipakai mesin potong oxy-acetylene sama dengan mesin las oxy-acetylene hanya dibedakan oleh jenis nozelnya. Bila mesin potong oxy-acetylene mempunyai banyak orifice tip yaitu untuk orifice bagian tengah untuk menghembuskan oksigen murni bertekanan tinggi yang gunanya memotong plat, sedang lubang disekitarnya untuk pemanasan awal agar plat tersebut mempunyai titik lebur yang tinggi.

### 2.5.1 Prinsip Kerja Mesin Potong Oxy-Acetylene

Mesin untuk pemotongan oxy-acetylene dinamakan cutting machine. Pada prinsipnya mesin ini hanya memegang dan menggerakkan torch support, dimana torch tersebut yang membawa oxy-acetylene panas bertekanan tinggi untuk memotong.

Gerak mesin ini sesuai alur dari rel arah horizontal, vertical, circle, maupun bentuk lain. (gambar 2.2) Sedangkan komponen penyusunnya hampir sama seperti yang dipakai pada mesin las oxy-acetylene hanya dibedakan

jenis nozelnya. Bila mesin potong oxy-acetylene mempunyai orifice tip tengah yang dikelilingi orifice – orifice tip lain. Orifice tip bagian tengah untuk menghembuskan oksigen murni bertekanan tinggi yang gunanya memotong plat, sedangkan orifice tip yang mengelilinginya untuk menghembuskan acetylene. Acetylene disini untuk pemanadana awal agar plat tersebut mempunyai titik lebur yang tinggi.



**Gambar 2. 6** Jenis Mesin Cutting Portable Single Cutting

### **2.5.2 Jenis Mesin Potong Oxy-Acetylene**

Mesin potong oxy-acetylene dikelompokkan berdasarkan kontruksi dan penggunaannya. Jenis mesin ini ada portable cutting machine dan stationary cutting machine.

Portable cutting machine untuk memotong lurus, bevel, lingkaran, dan kurva atau bentuk tak beraturan.

Sedang untuk stationary cutting machine untuk memotong lurus atau melingkar, memotong bentuk tingkat dan bentuk – bentuk lain. Dan pada perkembangan selanjutnya, mesin ini dikonstruksikan dengan CNC dimana untuk hasil potongannya benar – benar akurat.

### 2.5.3 Penyetelan Nyala Api

Pemanasan mula sebelum pemotongan selalu dilaksanakan dengan nyala api yang disetel posisi netral. Nyala api netral ini mempengaruhi hasil dari pengerjaan balik pengelasan maupun pemotongan. Nyala netral diperoleh ketika nyala api bagian dalam menyerupai kerucut.

Ada tiga macam nyala api yaitu:

1. Nyala netral

Adalah nyala dengan perbandingan oxy-acetylene yang sesuai. Pemanasan mula sebelum pemotongan selalu dilaksanakan dengan nyala api yang disetel pada posisi netral.

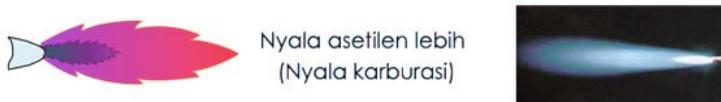
Nyala api netral ini mempengaruhi hasil dari pengerjaan baik pengelasan maupun pemotongan. Nyala netral diperoleh ketika nyala api bagian dalam menyerupai kerucut.



**Gambar 2. 7** Nyala Api Pada Posisi Netral

2. Nyala Api Kelebihan Acetylene (Api Karburasi)

Api ini mempunyai perbandingan acetylene yang berlebih disbanding dengan oksigen. Shingga mengakibatkan suatu daerah yang kaya dengan karbon yang memancar ke keliling dan diluar kerucut.



**Gambar 2. 8** Nyala Api Karburasi

3. Nyala Api Berlebihan Oksigen (Api Oksidasi)

Api ini mempunyai kelebihan oksigen yang mengakibatkan daerah yang kaya dengan oksigen tepat diluar kerucut. Api ini diperoleh dengan penyetulan secara netral dan kemudian memperkecil gas bahan bakar.



**Gambar 2. 9** Nyala Api Oksidasi

### 2.5.4 Peralatan Mesin Potong Oxy-Acetylene

Pada mesin potong ini dapat dioperasikan secara otomatis dimana terdapat kereta penggerak yang ada panel untuk mengatur kecepatan potong, jarak torch dengan benda kerja, sudut potongnya dan lain sebagainya. Jadi fungsi

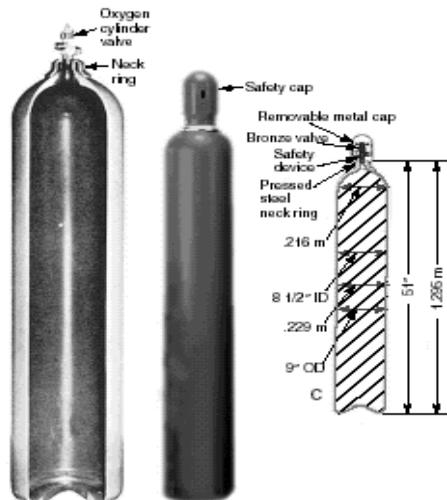
operator hanya menjalankan mesin tersebut pada awal operasinya dan melakukan perubahan terhadap parameter yang diinginkan.

Peralatan mesin potong oxy-acetylene terdiri dari:

1. Tabung oksigen
2. Tabung acetylene
3. Pengatur tekanan (regulator)
4. Selang kanvas karet (host) dan clamp
5. Penggerak semi otomatis
6. Pemegang torch
7. Nozel
8. Kereta pendukung

1. Tabung Oksigen

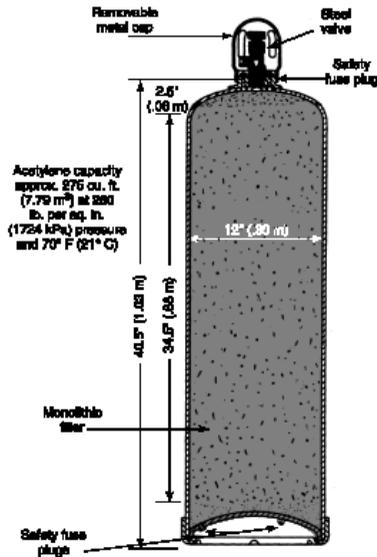
Persediaan gas oksigen didalam silinder baja diisi tekanan kira – kira sebesar 172,5 bar. Silinder tunggal oksigen atau sekelompok silinder yang disebut manifold boleh digunakan.



**Gambar 2. 10** Contoh Dari Tabung Oksigen Tunggal

## 2. Tabung Acetylene

Persediaan acetylene yang dilarutkan disimpan dalam silinder baja yang mengandung zat penyerap (arang) dan pelarut (aseton) untuk gas. Silinder ini diisi tekanan sampai kira-kira 15,5 bar dan ada beberapa ukuran yang biasa seperti 3,39 m<sup>3</sup> dan 5,66 m<sup>3</sup>.



**Gambar 2. 11** Contoh Tabung Acetylene

## 3. Pengatur Tekanan (Regulator)

Pengatur tekanan masing – masing gas untuk mengurangi tekanan yang terjadi dalam silinder kenilai yang diinginkan. Regulator oksigen mempunyai tekanan balik kira – kira 2200 Psi pada temperature 70°F dan kadang tekanannya lebih tinggi bila suhunya juga tinggi, sedang regulator pada acetylene tekanannya adalah 350 Psi.



3917britan

**Gambar 2. 12** Contoh Ragulator Oksigen



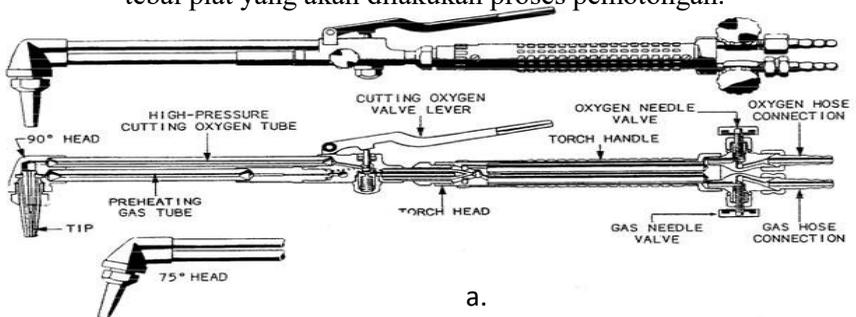
**Gambar 2. 13** Contoh Regulator Acetylene

4. Selang Kanvas Karet (hose) dan Clamp  
 Penggunaan selang yang berwarna biru biasanya adalah untuk oksigen dan untuk acetylene warna selangnya adalah merah. Selang tersebut terbuat dari karet.

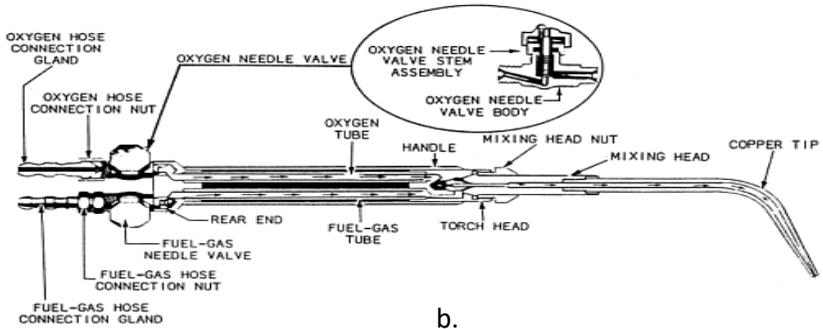


**Gambar 2. 14** Contoh Selang Double Hose

5. Penggerak semi otomatis  
 Untuk menggerakkan pemegang torch dengan arah lurus bolak – balik serta dapat diatur kecepatannya sesuai kebutuhan.
6. Pemegang Torch  
 Ada berbagai macam bentuk pemegang torch yang tersedia, ada torch untuk mengelas dan torch untuk memotong. Sedangkan yang terpenting adalah tip yang mempunyai berbagai ukuran tergantung dari tebal plat yang akan dilakukan proses pemotongan.



**Gambar 2. 15** a. Jenis Torch Cutting  
 b. Torch welding



## 7. Nozel

Ada beberapa tipe nozel, tetapi semua direncanakan berdasarkan prinsip yang sama, yaitu sebuah orifice pada bagian tengah yang membawa oksigen potong yang bertekanan dan kemurnian tinggi serta dikelilingi oleh satu atau lebih lubang gas yang memuat suatu campuran gas bahan bakar dan oksigen.

Diameter orifice yang pada bagian tengah selalu diberi cap dengan jelas pada beberapa nozel karena ini sangat penting pada waktu pemilihan nozel yang sesuai untuk ketebalan plat. Semakin tebal plat, semakin besar diameter orifice bagian tengah dan juga makin lebar alur.



**Gambar 2. 16** Nozel Tipe

Berbagai macam bentuk torch yang terseditu pada tabel 2.4 dibawah. Torch ini ujungnya ada nozel atau tip dimana dimensinya telah ditentukan. Tabel

**Tabel 2. 4** Jenis Torch Berdasarkan Ketebalan Logam

Torch	Thickness of steel, mm							
	5	10	25	30	100	200	250	300
Type PP	3	-	4	6	8	11	-	14
Type PM	3,5	4,5	4,5	6,5	10,5	-	12,0	-
Type P3P-55	3	-	-	7-9	5-11	8-11	10	12
Type K-51	4	-	5	5-11	9	11	-	-

**Tabel 2. 5** Ukuran Tip beserta dimensinya

Sectional view of one piece tip	Dimensions , mm	Tip size						
		1	2	3	4	5	6	7
$d_{in}$	old	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.4	2.8
	new	1.0	1.3	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0
$d_{out}$	old	1.2	1.4	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5
	new	1.0	1.3	1.7	2.1	2.6	3.1	3.5
$l_{out}$	old	(1.2)	(1.4)					
	new	10	10	10	10	10	10	10
$d_{ph}$	old	0(10)	0(10)	0	6	8	9	10
	new	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
	old	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
	new							

Ada dua kategori tip yaitu yang mencampur gas yang dipanaskan lebih dulu dalam tip dan tip yang memiliki gas yang dicampur sebelumnya dalam pipa hembus.

#### 8. Kereta Pendukung

Ada beberapa macam model kereta dengan berbagai aplikasi yang berbeda pula, seperti keretea yang mempunyai alur yang dapat digunakan untuk berjalan lurus, melingkar, dan lain sebagainya.

## 2.6 Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan pada proses pemotongan terdiri dari oxy-acetylene sebagai pemanas dan oxygen sebagai gas pemotong.

### 2.6.1 Oksigen (O<sub>2</sub>)

Didapat dari udara yang dicairkan. Kemudian dengan elektrolisa campuran udara cair dan air dipisahkan oleh oksigennya. Pemurnian oksigen dilaksanakan berulang – ulang sampai mencapai kemurnian 99,5% dan kemudian dimampatkan dalam tabung oksigen dengan tekanan 15 sampai 30 atm. Dapat digunakan proses pengelasan dan pemotongan dengan dikombinasikan dengan gas acetylene, sehingga menimbulkan busur api yang panas.

### 2.6.2 Acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)

Diperoleh dengan mereaksikan kalsium karbid (CaC<sub>2</sub>) dengan air (H<sub>2</sub>O). Jadi acetylene adalah gas hidro karbon yang diperoleh dari unsur – unsur kapur, karbon, dan air dengan reaksi sebagai berikut:

$$\text{CaO} + 3\text{C} \longrightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO} - 108\text{kcal/g.mole}$$
$$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2 + 30,4 \text{ kcal/g.mole}$$

Acetylene tidak berbau dan tidak berwarna, mudah meledak karena factor tekanan dan temperature. Acetylene disimpan dalam botol baja yang dilapisi asbes fiber yang mengandung aceton cair dan tekanan yang dapat ditahan tanpa menimbulkan ledakan adalah tidak boleh lebih dari 15 atm. Acetylene digunakan untuk proses pengelasan, pemanasan, dan pemotongan.

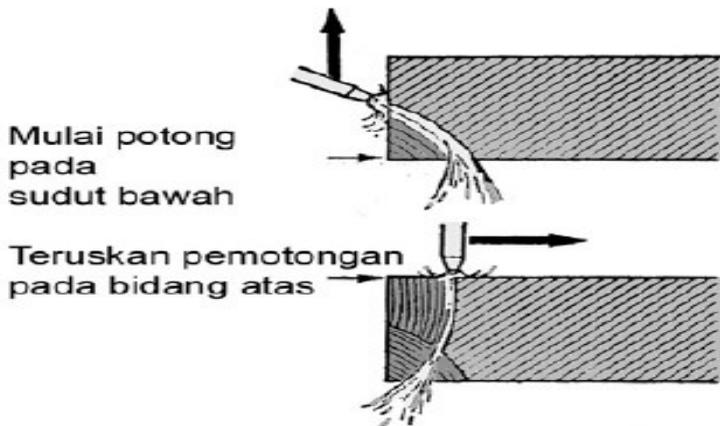
## 2.7 Prosedur pemotongan

### 1. Surface Cleaning

Permukaan benda kerja harus dibersihkan dari karat, cat, dan kotoran yang menempel pada permukaan benda kerja.

2. Memulai Pemotongan

Dilakukan sampai permukaan benda kerja meleleh. Dan untuk benda kerja yang keras (tebalnya 50-100 mm), maka pemanasan awalnya memakai sudut 5-10° (gambar 2.17). Dan dianjurkan untuk membuat lubang awal dengan drill. Sementara itu untuk benda kerja biasa dengan tebal 70-100 mm, maka perlu membuat lubang awal dengan memutar torch (gambar 2.20)



**Gambar 2. 17** Proses Pemotongan Untuk Logam Yang Tebal

3. Jarak Tip – benda kerja

Untuk pemotongan benda kerjabiasa, maka jarak terbaik adalah 1,5 – 2,5 mm, atau jaraknya bisa didapatkan lewat persamaan:

$$H = L : 2 \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana: H = jarak tip – benda kerja

L = panjang inner cone

Sekarang untuk benda kerja yang keras dengan tebal lebih dari 100mm, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$H = 5 : 0,05 s \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

4. Posisi Dan Gerakan Torch Saat Pemotongan

Untuk tebal benda kerja 20-30 mm, maka torch dianjurkan membentuk sudut 20-30°.

5. Kecepatan Potong

Tentang kecepatan ini harus sangat diperhatikan, dimana kecepatan potong terlalu rendah atau terlalu tinggi maka hasil potongnya membentuk sudut di permukaan bawahnya karena meleleh.

6. Heat Input Nyala Api Pre-Heating

Heat input nyala api pre-heating adalah temperature dari flow acetylene + oksigen untuk pre-heating. Tingginya temperature tergantung pada tebal benda kerja. Pada prinsipnya, temperature ini harus n=bisa melelehkan benda kerja sampai terjadi proses pemotongan.

7. Tekanan Oksigen Untuk Potong

Tekanan oksigen ini bergantung pada tebal benda kerja, bentuk lubang torch (orifice) cutting dan kemurnian oksigen. Ketika tekanan oksigen kurang, maka pemotongan lambat, kotoran (slag) meningkat, dan pemotongan tidak menembus tebal benda kerja. Dan ketika tekanan terlalu besar, maka konsumsi oksigen berlebih, dan pemotongannya menjadi lambat. Standar tekanan oksigen potong ditunjukkan oleh tabel 2.6 berikut.

**Tabel 2. 6** Tekanan Oksigen Potong (atm)

Torch	Thickness of steel, mm							
	5	10	25	50	100	200	250	300
Type PP	3	-	4	6	8	11	-	14
Type PM	3,5	4,5	4,5	6,5	10.5	-	12,0	-
Type P3P-55	3	-	-	7-9	5-11	8-11	10	12
Type K-51	4	-	5	7	9	11	-	-

## 8. Konsumsi Oksigen

Konsumsi oksigen untuk nyala api pre-heating dalam liter per jamnya disajikan oleh table 2.7. atau bisa didapatkan lewat persamaan berikut:

$$V_{\text{tot ox}} = V_{\text{ph ox}} + V_{\text{cut ox}}$$

Dimana :  $V_{\text{tot ox}}$  = konsumsi oksigen total (lit/jam)

$V_{\text{ph ox}}$  = konsumsi oksigen untuk pre-heating (lit/jam)

$V_{\text{cut ox}}$  = konsumsi oksigen untuk cutting jet (lit/jam)

Sedangkan untuk konsumsi oksigen pre-heating dapat dicari dari perbandingan jumlah konsumsi bahan bakar + oksigen awal dengan jumlah konsumsi bahan bakar pada akhir pengerjaan.

Jika perbandingan campuran oksigen dan acetylene tidak seimbang maka menyebabkan keborosan pada masing – masing, mengurangi daya bakarnya, kecepatan pemotongan menurun, serta menyebabkan inner cone dan streamer berbentuk menyebar.

**Tabel 2. 7** Konsumsi Oksigen Dalam Lt/Jam

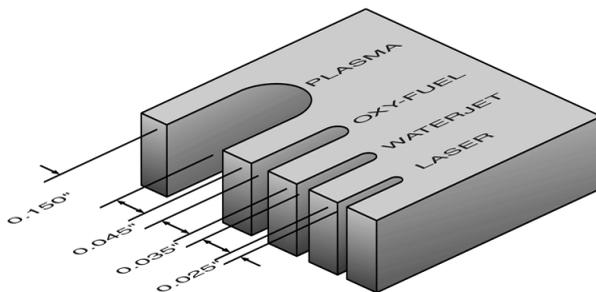
Torch	Thickness of steel, mm					
	5	20	50	100	200	300
Type PP	2,6	5,2	8,5	18,5	33,5	42,0
Type PM	2,6	4,5-5	7,4-8,3	13,5-14	28-29	-
Type P3P-55	3,0	-	10,0	15	26	38
Type K-51	5,4	7,6	9,8	20,2	32,6	-

## 2.8 Kerf

Kerf didefinisikan sebagai lebar material yang hilang oleh proses pemotongan. Ini awalnya digunakan untuk menggambarkan berapa banyak kayu telah dihilangkan oleh gergaji, karena gigi pada gergaji dibengkokkan ke samping, sehingga mereka mengurangi lebih banyak material daripada lebar pisau gergaji itu sendiri, mencegah pisau dari terjebak di kayu.

Kerf penting karena Ketika memotong bagian-bagian pada plasma CNC atau mesin laser, Anda ingin menghasilkan bagian pemotongan yang akurat, dengan dimensi akhir sedekat mungkin dengan bentuk yang diprogram. Jadi jika Anda memprogram 6" dengan 6" persegi, dan busur plasma menghilangkan 0,200 "materi, karena memotong, maka bagian yang dihasilkan akan menjadi 5,8" oleh 5,8 ". Jadi jalur alat yang sebenarnya harus dikompensasi oleh 0,100 "ke sisi jalur yang diprogram, sepanjang jalan di sekitar bagian.

Kerf untuk setiap proses pemotongan menghilangkan sejumlah material yang berbeda, atau goresan. Proses yang lebih tepat, seperti waterjet dan laser, menghapus goresan yang lebih kecil, yang merupakan salah satu alasan mereka bisa lebih tepat! Contoh tipikal yang ditunjukkan di sini adalah untuk baja ringan 1/2 "tebal.



**Gambar 2. 18** Kerf Dari Hasil Pemotongan

Variasi kerf tidak hanya lebar goresan bervariasi dari satu proses ke yang berikutnya, tetapi ada banyak hal yang mempengaruhi lebar garitan untuk setiap proses. Tentu saja, karena ketebalan material meningkat, dibutuhkan lebih banyak kekuatan untuk memotongnya. Dalam kasus plasma, itu berarti arus yang lebih tinggi dan nosel yang lebih besar. Laser meningkatkan daya. Pemotongan oxy-fuel menggunakan nosel yang lebih besar dengan aliran oksigen cutting yang lebih luas dan hot-heat yang lebih panas. Waterjet menggunakan kombinasi nozzle / orifice yang

lebih besar, atau kecepatan pemotongan yang lebih lambat. Terlepas dari prosesnya, karena pelat semakin tebal, goresannya semakin lebar.

Ada variasi dalam setiap proses juga. Sebagai contoh, ketika pemotongan plasma, lebar garitan sebenarnya tidak hanya bergantung pada pemotongan arus, tetapi juga pada pengaturan ketinggian, kecepatan, dan gas obor.

Tabel 2.8 Ukuran Tip Size Untuk Gas Oxy-Acetylene

Des.	Article no.	Cutting range	Cutting speed	Pressure (bar)			Consumption (m <sup>3</sup> /h)			Kerf width
				Cutting	Heating	Acetylene	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Acetylene	
		mm	mm/min.	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Acetylene	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Acetylene	mm
00	590000005000	0-5	660	1,5	1,5	0,2	0,69	0,41	0,37	1
0	590000005001	5-10	660-550	2	2	0,2	1,2	0,41	0,37	1,3-1,5
1	590000005002	10-15	550-490	2,5	2,5	0,2	2,1	0,48	0,43	1,7-1,8
2	590000005003	15-30	490-400	3	3	0,2	3,4	0,48	0,43	2,0-2,1
3	590000005004	30-40	400-350	3	3	0,2	4,3	0,48	0,43	2,3-2,4
4	590000005005	40-50	350-320	3,5	3,5	0,25	6,5	0,55	0,5	2,7-2,9
5	590000005006	50-100	320-200	4	4	0,3	11	0,69	0,63	3,4-3,5
6	590000005007	100-150	200-150	4	4	0,35	15	0,77	0,7	3,9-4,0
7	590000005008	150-250	150-80	4,5	4,5	0,4	22	1,06	0,96	4,4-5,1
8	590000005009	250-300	80-45	4,5	4,5	0,4	28	1,06	0,96	5,8-6,8

## 2.9 Uji Kekerasan Permukaan

Pengujian kekerasan adalah salah satu pengujian untuk mengetahui nilai kekerasan dari suatu bahan. Di dalam aplikasi manufaktur, material diuji nutk dua pertimbangan, sebagai riset karakteristik suatu material baru dan juga sebagai suatu analisa mutu untuk memastikan bahwa contoh material tersebut menghasilkan spesifikasi kualitas tertentu.

Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan (Frictiona Force), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (Metallurgy Engineering). Pengujian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekan alat penekan tertentu pada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan

yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara uji kekerasan dengan penekanan (brinell). Di dunia teknik, penjuian kekerasan umumnya menggunakan 3 metode yaitu :

- Brinell (HB/BHN)
- Rockwell (HR/RHN)
- Vickers (HV/VHN)

### 2.9.1 Uji Kekerasan Brinell

Uji kekerasan Brinell berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam dengan menggunakan bola baja berdiameter 10 mm dan diberi beban 3000 kg. Untuk logam lunak, beban dikurangi hingga tinggal 500 kg, untuk menghindari jejak yang dalam dan untuk bahan yang sangat keras digunakan paduan karbida tungsten dengan tujuan untuk memperkecil terjadinya distorsi indenter.

Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop daya rendah setelah beban tersebut dihilangkan. Kemudian dicari harga rata-rata dari 2 buah pengukuran diameter pada jejak yang berarah tegak lurus.

Permukaan dimana lekukan akan dibuat harus relatif halus, bebas dari debu atau kerak. Angka kekerasan brinell (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan dan dirumuskan sebagai berikut:

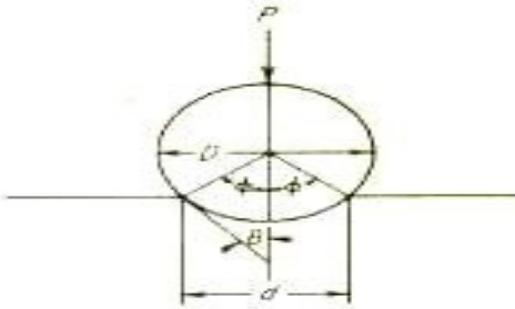
$$\text{BHN} = \frac{\text{Gaya Tekan}}{\text{Luas gaya Tekan}} = \frac{P}{\pi D/2\{D-\sqrt{D^2-d^2}\}} = \frac{P}{\pi Dt}$$

Dimana : P = Gaya Tekan (kg)

D = Diameter bola indenter (mm)

d = Diameter tapak tekan (mm)

t = Kedalaman jejak (mm)



**Gambar 2. 19** Parameter dasar pada pengujian Brinell

Dari gambar di 2.19 dapat dilihat bahwa  $d = D \sin \phi$ . Dengan memasukkan harga ini ke persamaan diatas akan dihasilkan bentuk persamaan kekerasan Brinell yang lain, yaitu :

$$\text{BHN} = \frac{P}{(\pi/2)D^2(1-\cos\phi)}$$

### 2.9.2 Uji kekerasan Rockwell

Uji kekerasan Rockwell paling banyak digunakan di Amerika Serikat. Hal ini dikarenakan sifat-sifatnya yaitu cepat dan bebas dari kesalahan manusia, mampu untuk membedakan perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang diperkeras dan ukuran lekukannya kecil, sehingga bagian yang mendapat perlakuan panas yang lengkap dapat diuji kekerasannya tanpa menimbulkan kerusakan. Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Mula-mula diterapkan beban kecil (beban minor) sebesar 10 kg untuk menempatkan benda uji. Kemudian diterapkan beban yang besar (beban mayor), dan secara otomatis kedalaman lekukan akan terekam oleh gage penunjuk yang menyatakan angka kekerasan. Untuk indentornya biasanya digunakan penumbuk berupa kerucut intan  $120^\circ$  dengan puncak yang hampir bulat dan dinamakan *penumbuk Brale*, serta bola baja berdiameter  $\frac{1}{16}$  inchi dan  $\frac{1}{8}$  inchi. Beban besar yang digunakan adalah 60, 100 dan 150 kg

### 2.9.3 Uji kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$ . Karena bentuk penumbuknya piramida, maka pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan. Angka kekerasan vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$\text{VHN} = \frac{2P \sin(\theta/2)}{L^2} = \frac{1.854P}{L^2}$$

Dimana : P = Beban yang diterapkan ( kg )

L = Panjang diagonal rata-rata (mm)

$\theta$  = Sudut antara permukaan intan yang berlawanan =  $136^\circ$

Beban yang biasanya digunakan pada pengujian ini berkisar antara 1 sampai 120 kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji.

### 2.10 Uji Kekasaran Permukaan

Menurut ISO 1302 – 1978 yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga dari rata-rata kekasaran permukaan. Oleh karena itu, untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta kekasaran permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses pemesinan yang tepat.

Kekasaran permukaan dibedakan menjadi dua bentuk, diantaranya :

### 1. Ideal Surface Roughness

Yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal.

### 2. Natural Surface Roughness

Yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam

Pengukuran kekasaran permukaan dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

#### 1. Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Tidak Langsung

Dalam pemeriksaan permukaan secara tidak langsung atau membandingkan ini ada beberapa cara yang bisa dilakukan, antara lain yaitu dengan meraba (*touch inspection*), dengan melihat/mengamati (*visual inspection*), dengan menggaruk (*scratch inspection*), dengan mikroskop (*microscopic inspection*) dan dengan potografi permukaan (*surface photographs*).

#### 2. Pemeriksaan Kekasaran Permukaan Secara Langsung

Pemeriksaan permukaan secara langsung adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan peraba yang disebut *stylus*. Contoh alat yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan adalah TR100/TR101 Surface Roughness Tester.

Spesifikasi alatnya sebagai berikut:

##### 1. Parameter Teknis Utama:

- Parameter pengukuran: Ra, Rz
- Panjang tracersed (mm): 6
- Panjang cutoff (mm): 0,25, 0,80, dan 2,5
- Panjang evaluasi (mm): 1,25, 4,0 dan 5,0
- Mengukur ruang lingkup ( $\mu\text{m}$ ):
  - Ra: 0,05 - 10,0
  - Rz: 0,1 - 50
- Kesalahan tampilan: 7%
- Radius dan sudut titik stylus:

- Radius:  $10,0 \pm 2,5 \mu\text{m}$
- Angle:  $90^\circ (+ 5^\circ, -10^\circ)$
- Gaya pengukur stasioner dan variasinya dari stylus kontak:
  - Kekuatan pengukuran stasioner:  $\leq 0,016 \text{ N}$
  - Variatoin kekuatan pengukur:  $\leq 800 \text{ N / m}$
- Tekanan yang bergantung pada skid sensor:  $\leq 0,5 \text{ N}$
- Baterai: 3,6 V x 2 baterai CHRNi
- Charger: DC 9V, 10-15 jam (waktu pengisian)
- Dimensi: 125mmx73mmx26mm
- Berat: 200g

## 2. Fungsi Utama

- Parameter opsional: Ra, Rz
- Panjang cutoff opsional
- Fungsi kalibrasi
- Pengujian otomatis tegangan baterai dan bunyi alarm
- Fungsi pengisian daya baterai, dapat diisi ulang saat bekerja

## 3. Lingkungan Untuk Digunakan

- Kondisi kerja:
  - Suhu:  $0-40^\circ\text{C}$
  - Kelembaban relatif:  $<90\%$
  - Tidak ada getaran, tidak ada media korosif
- Kondisi penyimpanan:
  - Suhu:  $-20 - 60^\circ\text{C}$
  - Kelembaban relatif:  $<90\%$
  - Ventilasi: kelas 3

Parameter kekasaran yang biasa dipakai dalam proses produksi untuk mengukur kekasaran permukaan benda adalah kekasaran rata-rata (Ra). Harga Ra lebih sensitif terhadap

perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan. Toleransi harga Ra, seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros) harga kekasaran rata-rata aritmetis Ra juga mempunyai harga toleransi kekasaran.

Harga toleransi kekasaran Ra ditunjukkan pada tabel 2.10 Toleransi harga kekasaran rata-rata, Ra dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin bubut. Tabel 2.11 berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya.

**Tabel 2. 9** Nilai Kekasaran Dan Tingkat Kekasaran

Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

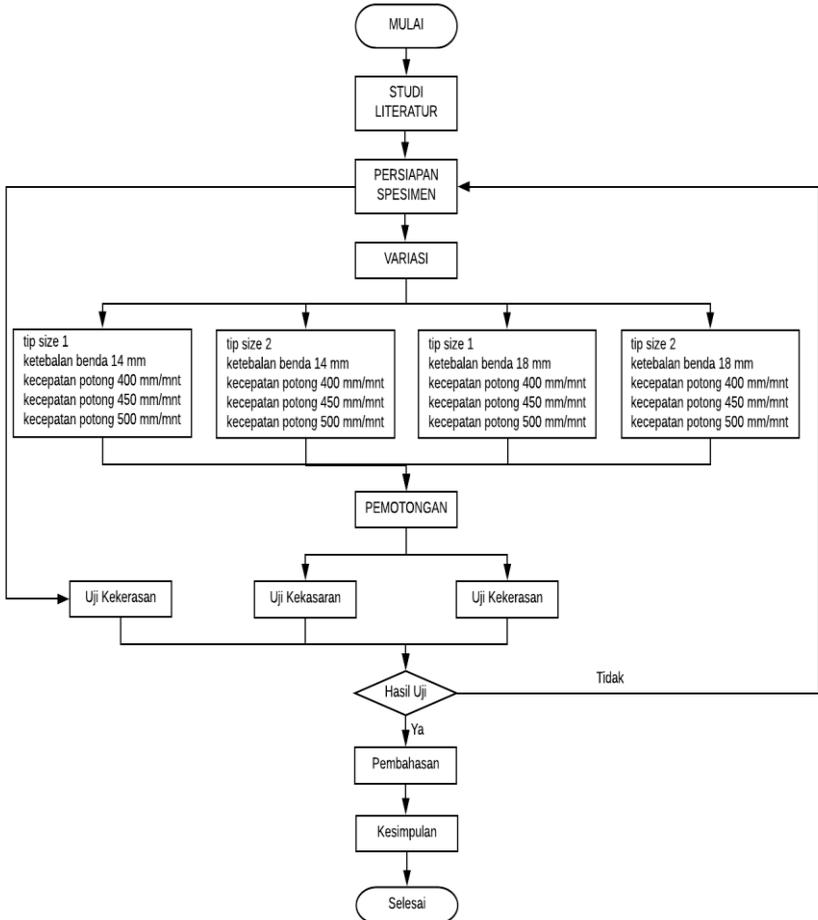
**Tabel 2. 10** Nilai Kekasaan Permukaan Menurut Proses Pengerjaan

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga $R_a$
<i>Flat and cylindrical lapping,</i>	$N_1 - N_4$	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing Diamond turning</i>	$N_1 - N_6$	0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding</i>	$N_1 - N_8$	0.025 – 3.2
<i>Finishing</i>	$N_4 - N_8$	0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming</i>	$N_5 - N_{12}$	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	$N_7 - N_{10}$	1.6 – 12.5
<i>Shapping, planing, horizontal milling</i>	$N_6 - N_{12}$	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	$N_{10} - N_{11}$	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	$N_6 - N_8$	0.8 – 3.2
<i>Die casting</i>	$N_6 - N_7$	0.8 – 1.6

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Flow chart penelitian

Pengerjaan dalam pembuatan tugas akhir ini sesuai dengan flow chart. Dapat dilihat pada gambar 3.1 diagram dibawah ini.



**Gambar 3. 1** Flow Chart Penelitian

### **3.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018 yaitu pada bulan februari sampai juli 2018

### **3.3 Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Lab. Metalurgi Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS dan di PT. Spektra Megah Semesta Surabaya.

### **3.4 Langkah Kerja**

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, langkah pertama yang harus dilakukan adalah studi literature tentang proses pemotongan dengan oxy-acetylene dan langkah – langkah kerja uji kekasaran permukaan dan uji kekerasan permukaan, langkah selanjutnya yaitu melakukan percobaan benda uji. Untuk memperjelas, berikut tahapan – tahapan yang akan dilakukan

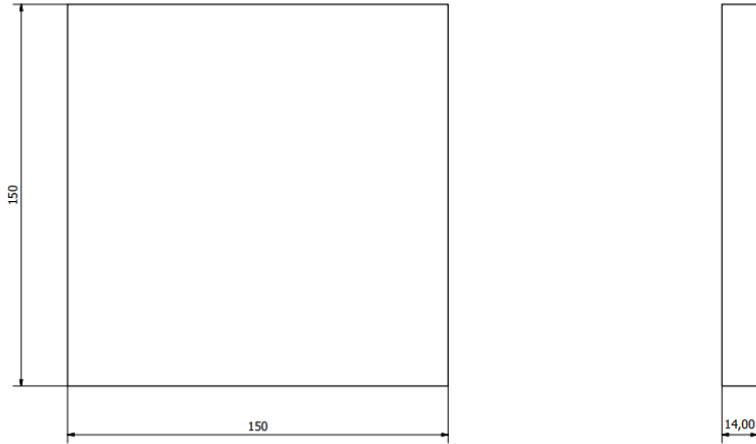
#### **3.4.1 Studi Literature**

Tahapan studi literature adalah untuk mempelajari dan membahas teori-teori yang dibutuhkan untuk mengerjakan penelitian ini. Selain itu juga melakukan pengambilan data melalui buku dan internet.

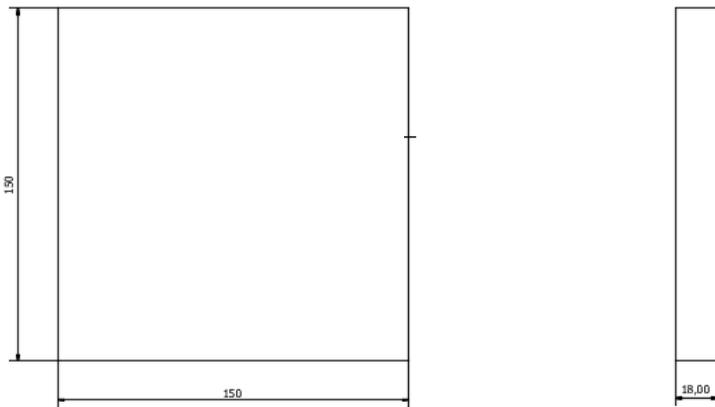
#### **3.4.2 Persiapan Material**

Dimensi specimen uji masing – masing adalah sebagai berikut:

- a. Panjang : 150 mm  
Lebar : 150 mm  
Tinggi : 14 mm
- b. Panjang : 150 mm  
Lebar : 150 mm  
Tinggi : 18 mm



a.



b.

**Gambar 3. 2** a. Benda Uji Dengan Tebal 14 mm  
b. Benda Uji Dengan Tebal 18 mm.

### 3.4.3 Mesin Potong

Komponen utama mesin potong terdiri dari mesin penggerak, torch – tip, dan rel.

#### a. Mesin Penggerak

Spesifikasinya adalah sebagai berikut:

- Jenisnya : portable cutting machine (seri no: 11221-2 produksi hancock – andover, England)
- Input daya :
  - Volt : 220 – 240 V
  - Amp : 0 – 5 A
  - Frekuensi : 50 – 60 Hz
  - Phase : 1
- Cutting speed : 0 – 750 mm/mnt
- Cutting thickness : 5 – 100 mm
- Berat : 10.5 Kg (ditambah berat torch)

#### b. Torch dan Tip

Speksifikasinya adalah sebagai berikut :

- Jenis : KOIKE 102 HC for Oxy-Acetylene
- Tip size : 1 dan 2
- Range cutting thickness : 10 - 15 mm dan 15 – 20 mm.
- Pressure oksigen : 0 – 5 bar
- Pressure acetylene : 0 – 0,2 bar

#### c. Rel

Spesifikasinya adalah sebagai berikut :

- Panjang rel adalah 2000 mm
- Terbuat dari bahan stainless steel

### 3.4.4 Pemotongan

#### 3.4.4.1 Penentuan Parameter Potong

- Parameter yang konstan adalah :  
Pemotongan pada tebal baja : 14 mm dan 18 mm
- Parameter yang divariasikan adalah:  
Besarnya kecepatan potong dari 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, 500 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 1(1,0 mm) dan tip size 2(1,3 mm)

#### 3.4.4.2 Pelaksanaan Pemotongan

Sebelumnya perlu diketahui bagaimana posisi torch pada saat memotong. Hal tersebut disajikan pada gambar berikut.



**Gambar 3. 3** Posisi Torch Pada Awal Pemotongan

Dari gambar posisi torch diatas bisa diketahui hal -hal sebagai berikut:

- V adalah kecepatan potong
  - $V_1 = 400$  mm/mnt
  - $V_2 = 450$  mm/mnt
  - $V_3 = 500$  mm/mnt
- Jenis nozzle yang digunakan
  - Tip size 1 (1,0 mm)
  - Tip size 2 (1,3 mm)

Proses pemotongan yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa tahap:

1. Persiapan Mesin Penggerak Torch Tip

Mempersiapkan mesin penggerak torch – tip diantaranya memeriksa isi tabung oksigen dan isi tabung acetylene, menghubungkan kabel power ke stop kontak.

Kemudian menghubungkan selang ke mesin (selang hitam untuk acetylene dan selang hijau untuk oksigen). Setelah itu mesin penggerak dipastikan bergerak dengan baik.
2. Persiapan Proses Potong
  - a. Memasak benda kerja dengan posisi yang sudah diatur diatas garis pemotongan
  - b. Sudut potong distel pada sudut  $90^\circ$
  - c. Jarak potong distel pada posisi 11 mm.
  - d. Mengatur tekanan oksigen pada  $4,6 \text{ kgf/cm}^2$
  - e. Mengatur tekanan acetylene pada  $2,2 \text{ kgf/cm}^2$
  - f. Didapatkan nyala api netral
3. Proses Pemotongan
  - a. Melakukan pemanasan awal (preheating) pada titik awal pemotongan.
  - b. Membuka katub oksigen potong satu putaran penuh sehingga diperoleh aliran oksigen potong sepenuhnya.
  - c. Menghidupkan mesin penggerak.
  - d. Didapatkan hasil pemotongan.
  - e. Hasil pemotongan dibiarkan dingin dengan udara bebas.

Berikut adalah gambar proses pemotongan mulai awal sampai didiapatkan hasil pemotongan.



**Gambar 3. 4** Proses Pemotongan

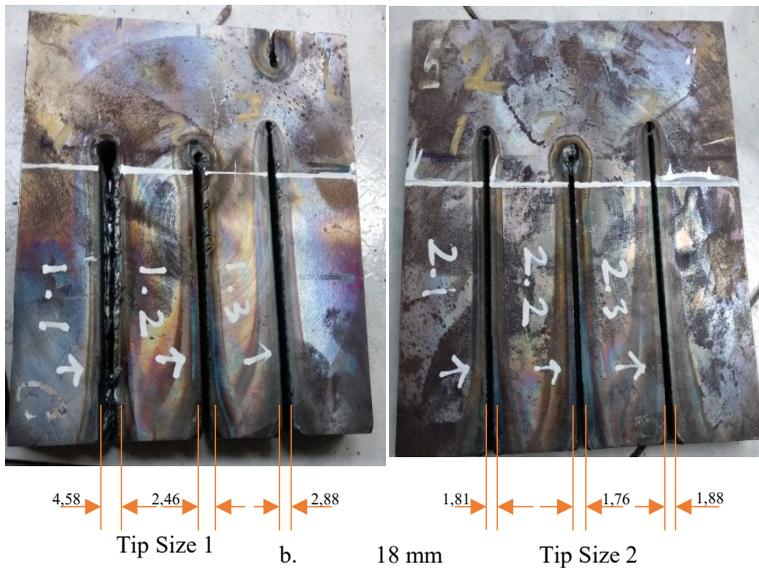


Tip Size 2



Tip Size 1

a. 14 mm



Gambar 3. 5 Hasil Proses Pemotongan

Proses ini diulang sebanyak duabelas kali untuk kecepatan yang berbeda dan jenis nozzle yang berbeda pula.

### 3.4.5 Persiapan Pengujian

Specimen yang diambil harus dari lokasi yang telah terkena perlakuan/pemotongan. Dalam melakukan pengujian perlu diperhatikan dimensi benda kerja yang akan diuji sesuai dengan aturan untuk pengujian kekasaran dan kekerasan permukaan. Untuk benda kerja yang akan diuji yaitu:

- Benda dengan tebal 14 mm dan jenis nozzle tip size 1:
  - Dengan menggunakan kecepatan potong 400 mm/mnt
  - Dengan menggunakan kecepatan potong 450 mm/mnt
  - Dengan menggunakan kecepatan potong 500 mm/mnt
- Benda dengan tebal 18 mm dan jenis nozzle tip size 1:
  - Dengan menggunakan kecepatan potong 400 mm/mnt

- Dengan menggunakan kecepatan potong 450 mm/mnt
  - Dengan menggunakan kecepatan potong 500 mm/mnt
  - Benda dengan tebal 14 mm dan jenis nozzle tip size 2:
    - Dengan menggunakan kecepatan potong 400 mm/mnt
    - Dengan menggunakan kecepatan potong 450 mm/mnt
    - Dengan menggunakan kecepatan potong 500 mm/mnt
  - Benda dengan tebal 18 mm dan jenis nozzle tip size 2:
    - Dengan menggunakan kecepatan potong 400 mm/mnt
    - Dengan menggunakan kecepatan potong 450 mm/mnt
    - Dengan menggunakan kecepatan potong 500 mm/mnt
- Total benda kerja yang akan diuji sebanyak 12 buah.



**Gambar 3. 6** Benda Kerja Yang Akan Di Uji Kekasaran Permukaan



**Gambar 3. 7** Benda Kerja Yang Akan Diuji Kekerasan Permukaan

### 3.5 Pengujian Benda Kerja

#### 3.5.1 Pengujian Kekasaran Permukaan.



**Gambar 3. 8** Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Langkah – langkah pengujian kekasaran permukaan:

1. Siapkan alat ukur kekasaran permukaan yaitu TR100/TR101 Surface Roughness Tester.
2. Hubungkan alat dengan pengisi daya DC 9V (charging) dan nyalakan.
3. Material dibersihkan dari kotoran yang menempel.
4. Lakukan uji coba pada benda uji yang telah dibawakan dari pabrik dan pastikan hasilnya sesuai dengan apa yang tertera pada benda uji tersebut.
5. Letakkan material pada permukaan yang datar.
6. Letakkan alat pengukur kekasaran permukaan diatas benda kerja, pastikan tepat pada bagian permukaan yang akan diuji.
7. Sebelum ditekan tombol start untuk proses pengujian, pastikan benda kerja dan alat penguji dalam kondisi datar. Dan kemudian tekan tombol start untuk menjalankan alat tersebut.

8. Tunggu beberapa saat dan kemudian akan muncul hasil kekasaran permukaan di monitor alat pengujian tersebut.
9. Kemudian catat hasil dari pengujian kekasaran permukaan. Dan lakukan hal sama mulai dari no. 5 sampai 9.



**Gambar 3. 9** Proses Pengambilan Data Uji Kekasaran Permukaan

### **3.5.2 Pengujian Kekerasan Permukaan Rockwell**

Dalam penelitian ini pengujian kekerasan Rockwell menggunakan indenter bola 1/16 inchi (HRB). Pada pelaksanaannya, pembebanan diawali dengan beban awal 10 kg dan jarum penunjuk di set pada angka nol skala merah kemudian beban mayor diberikan maka jarum penunjuk akan bergerak, tunggu sampai berhenti bergerak, setelah berhenti bergerak lihat angka kekerasan pada indikator skala dial di alat uji.



**Gambar 3. 10** Alat Ukur Uji Kekerasan Permukaan

Prosedur pengujian kekerasan adalah sebagai berikut:

1. Gunakan kertas gosok hingga permukaan (atas dan bawah) benda kerja rata, halus, serta bebas dari kotoran, minyak, dan benda asing.
2. Memasang indenter pada *Housing Indentor* gunakan indenter bola 1/16 inchi untuk *Rockwell B*
3. *Dashpot*/pengatur beban diatur pada pembebanan *100 kgf* (untuk *Rockwell B*)
4. Putarlah *Handwheel* untuk mengangkat landasan dengan perlahan hingga jarum penunjuk kecil pada dial berada pada tanda merah atau jarum penunjuk besar berputar tiga kali dan berhenti dititik 0 (*Minor Weight*)
5. Tariklah *Handle* untuk mengaplikasikan gaya uji utama (*Mayor Weight*), pada saat itu jarum penunjuk besar pada dial berputar berlawanan dengan arah jarum jam dan *Main Handle* bergerak ke posisi 1.

6. Tunggu jarum penunjuk besar berhenti, doronglah *Main Handle* pada kondisi semula (posisi 0) dengan perlahan .
7. Melihat dan mencatat angka kekerasan yang ditunjuk jarum besar pada skala dial skala merah untuk *Rockwell B*
8. Putarlah *Handwheel* untuk menurunkan landasan, lakukan identasi pada titik yang telah ditentukan (ulangi prosedur 4-8)



**Gambar 3. 11** Proses Pengukuran Kekerasan Permukaan

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana pengaruh perbedaan jenis nozzle pada proses pemotongan dengan menggunakan gas oxy-acetylene dan menggunakan kecepatan potong 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, 500 mm/mnt.

### 4.1 Hasil Uji Kekasaran Permukaan

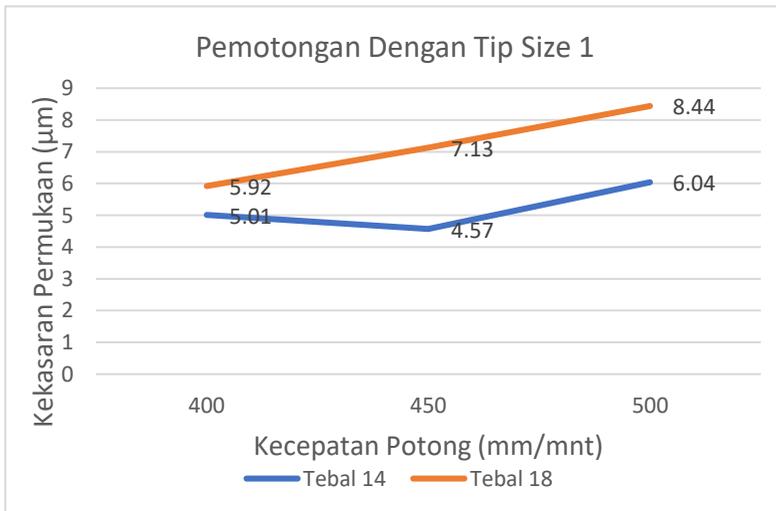
#### 4.1.1 Hasil Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Tip Size 1

**Tabel 4. 1** Tabel Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Pemotongan Dengan Jenis Nozzle Tip Size 1.

Jenis Nozzle	Tebal Benda	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )
Tip 1	14 mm	400 mm/mnt	4.15
			3.63
			7.24
		450 mm/mnt	4.25
			4.72
			4.75
		500 mm/mnt	5.57
			6.53
			5.97
	18 mm	400 mm/mnt	5.96
			5.60
			6.22
		450 mm/mnt	7.55
			7.59
			6.27
500 mm/mnt		7.94	
		9.41	
		7.98	

**Tabel 4. 2** Nilai Rata – Rata Hasil Pemotongan Dengan Menggunakan Tip Size 1 Terhadap Kekasaran Permukaan

Jenis Nozzle	Tebal Benda	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )
Tip size 1	14 mm	400 mm/mnt	5.01
		450 mm/mnt	4.57
		500 mm/mnt	6.04
	18 mm	400 mm/mnt	5.92
		450 mm/mnt	7.13
		500 mm/mnt	8.44



**Gambar 4. 1** Diagram Hasil Uji Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Tip Size 1

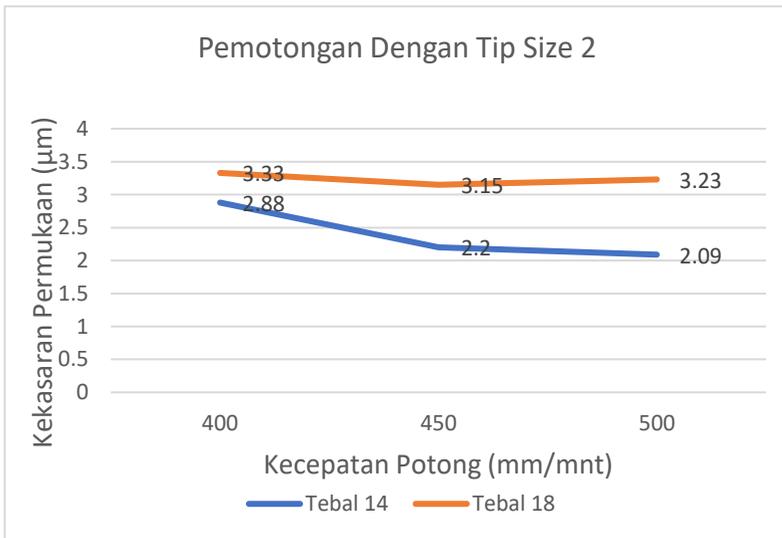
### 4.1.2 Hasil Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Tip Size 2

**Tabel 4. 3** Tabel Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Pemotongan Dengan Jenis Nozzle Tip 2.

Jenis Nozzle	Tebal Benda	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )
Tip 2	14 mm	400 mm/mnt	2.62
			2.36
			3.66
		450 mm/mnt	2.44
			2.43
			1.73
		500 mm/mnt	2.43
			1.94
			1.92
	18 mm	400 mm/mnt	2.93
			3.79
			3.29
		450 mm/mnt	2.98
			2.70
			3.79
		500 mm/mnt	2.52
			3.73
			3.45

**Tabel 4. 4** Nilai Rata – Rata Hasil Pemotongan Dengan Menggunakan Tip Size 2 Terhadap Kekasaran Permukaan

Jenis Nozzle	Tebal Benda	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )
Tip size 2	14 mm	400 mm/mnt	2.88
		450 mm/mnt	2.2
		500 mm/mnt	2.09
	18 mm	400 mm/mnt	3.33
		450 mm/mnt	3.15
		500 mm/mnt	3.23



**Gambar 4. 2** Diagram Hasil Uji Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Tip Size 2

### 4.1.3 Pembahasan Nilai Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Dari hasil pengujian kekasaran permukaan pada proses pemotongan suatu plat baja karbon rendah ASTM A36 dengan variasi kecepatan potong 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, 500 mm/mnt dan beda jenis nozzle dengan tip size 1 dan tip size 2.

1. Data hasil pengujian kekasaran permukaan pada kecepatan 400 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 1.
  - Plat I dengan tebal 14 mm nilai kekasaran permukaan : 5.01  $\mu\text{m}$ .
  - Plat II dengan tebal 18 mm nilai kekasaran permukaan : 5.92  $\mu\text{m}$ .
2. Data hasil pengujian kekasaran permukaan pada kecepatan 450 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 1.
  - Plat I dengan tebal 14 mm nilai kekasaran permukaan : 4.57  $\mu\text{m}$ .
  - Plat II dengan tebal 18 mm nilai kekasaran permukaan : 7.13  $\mu\text{m}$ .
3. Data hasil pengujian kekasaran permukaan pada kecepatan 500 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 1.
  - Plat I dengan tebal 14 mm nilai kekasaran permukaan : 6.04  $\mu\text{m}$ .
  - Plat II dengan tebal 18 mm nilai kekasaran permukaan : 8.44  $\mu\text{m}$ .
4. Data hasil pengujian kekasaran permukaan pada kecepatan 400 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 2.
  - Plat I dengan tebal 14 mm nilai kekasaran permukaan : 2.88  $\mu\text{m}$ .
  - Plat II dengan tebal 18 mm nilai kekasaran permukaan : 3.33  $\mu\text{m}$ .
5. Data hasil pengujian kekasaran permukaan pada kecepatan 450 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 2.
  - Plat I dengan tebal 14 mm nilai kekasaran permukaan : 2.2  $\mu\text{m}$ .

- Plat II dengan tebal 18 mm nilai kekasaran permukaan : 3.15  $\mu\text{m}$ .
- 6. Data hasil pengujian kekasaran permukaan pada kecepatan 500 mm/mnt dan jenis nozzle tip size 2.
  - Plat I dengan tebal 14 mm nilai kekasaran permukaan : 2.09  $\mu\text{m}$ .
  - Plat II dengan tebal 18 mm nilai kekasaran permukaan : 3.23  $\mu\text{m}$ .

Dilihat dari pengujian kekasaran permukaan diketahui bahwa tip size dan kecepatan potong yang digunakan dalam proses pemotongan ini berpengaruh pada ketebalan benda yang akan dipotong. Tip size 1 digunakan untuk memotong benda tebal 14 mm menggunakan kecepatan potong 450 mm/mnt dan benda dengan ketebalan 18 mm menggunakan kecepatan potong 400 mm/mnt. Sedangkan tip size 2 digunakan memotong benda tebal 14 mm menggunakan kecepatan potong 500 mm/mnt dan benda tebal 18 mm menggunakan kecepatan potong 450 mm/mnt. Hal tersebut karena adanya kesesuaian besar distribusi panas pada benda kerja dan tekanan gas oxy-acetylene yang dipakai pada proses pemotongan.

## **4.2 Hasil Uji Kekerasan Permukaan**

### **4.2.1 Hasil Uji Kekerasan Permukaan Material Awal**

Material awal yang belum mengalami proses pemotongan juga di uji kekerasn untuk mengetahui nilai kekerasan dari material awal. Hasil dicantumkan dalam table dibawah ini.

**Tabel 4. 5** Data Hasil Pengujian Kekerasan Material Awal

Kondisi	Tebal Benda	Nilai Kekeraasan (HRB)	Rata – Rata (HRB)
Normal	14 mm	86,5	85,5
		85	
		85	
	18 mm	90	87,5
		85,5	
		87	

Dari hasil pengujian kekerasan material awal tersebut, kita dapat mengetahui bahwa material ASTM A36 ini termasuk material yang lunak. Hal ini terlihat dari hasil pengujian kekerasan permukaan. Nilai kekerasan dari material awal kecil.

#### 4.2.2 Hasil Uji Kekerasan Permukaan Dengan Ketebalan 14 mm Beda Jenis Nozzle.

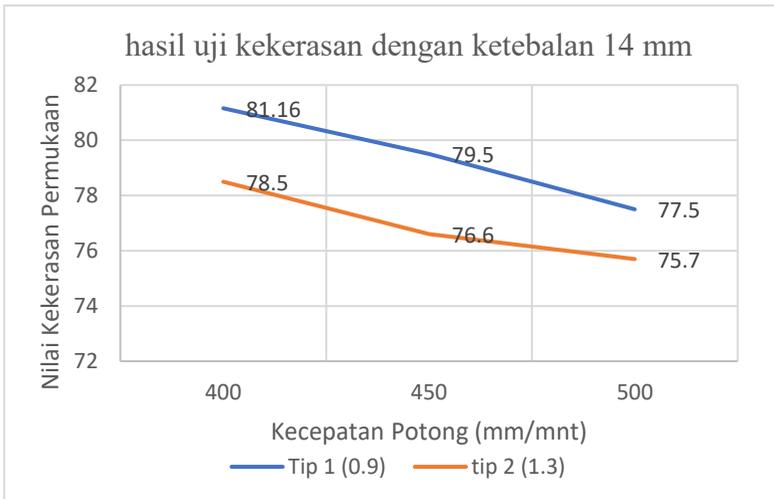
**Tabel 4. 6** Nilai Uji Kekerasan Permukaan Dengan Tebal 14 mm Terhadap Beda Jenis Nozzle.

Tebal Benda	Jenis Nozzle	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekerasan Permukaan HRb
14 mm	Tip size 1	400 mm/mnt	82
			80.5
			81
		450 mm/mnt	78
			81.5
			79
		500 mm/mnt	78
			79
			76
	Tip size 2	400 mm/mnt	79
			78
			78.5
77			

		500 mm/mnt	76
			77.5
			76
			74.5
			77

**Tabel 4. 7** Nilai Rata – Rata Hasil Pemotongan Dengan Ketebalan Benda 14 mm Terhadap Nilai Kekerasan Permukaan

Tebal Benda	Jenis Nozzle	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekerasan Permukaan HRb
14 mm	Tip size 1	400 mm/mnt	81.16
		450 mm/mnt	79.5
		500 mm/mnt	77.5
	Tip size 2	400 mm/mnt	78.5
		450 mm/mnt	76.6
		500 mm/mnt	75.7



**Gambar 4. 3** Diagram Hasil Nilai Uji Kekerasan Permukaan Dengan Beda Jenis Nozzle Terhadap Tebal Benda 14 mm

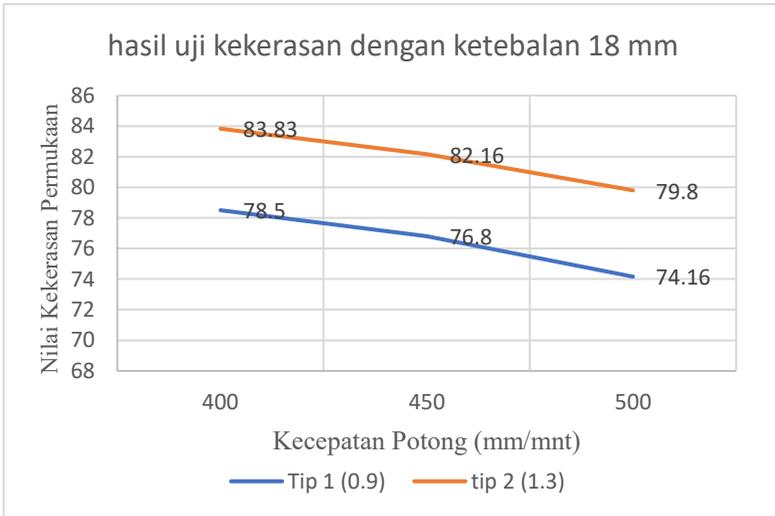
**4.2.3 Analisa Hasil Uji Kekerasan Permukaan Dengan Ketebalan 18 mm Beda Jenis Nozzle.**

**Tabel 4. 8** Nilai Uji Kekerasan Permukaan Dengan Tebal 18 mm Terhadap Beda Jenis Nozzle.

Tebal Benda	Jenis Nozzle	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekerasan Permukaan HRb
18 mm	Tip size 1	400 mm/mnt	79
			78
			78.5
		450 mm/mnt	77
			77.5
			76
		500 mm/mnt	75
			74
			74.5
	Tip size 2	400 mm/mnt	85
			83
			83.5
		450 mm/mnt	83
			82
			81.5
		500 mm/mnt	80
			79
			80.5

**Tabel 4. 9** Nilai Rata – Rata Hasil Pemotongan Dengan Ketebalan Benda 18 mm Terhadap Nilai Kekerasan

Tebal Benda	Jenis Nozzle	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Nilai Kekerasan Permukaan HRb
18 mm	Tip size 1	400 mm/mnt	78.5
		450 mm/mnt	76.8
		500 mm/mnt	74.16
	Tip size 2	400 mm/mnt	83.33
		450 mm/mnt	82.16
		500 mm/mnt	79.8



**Gambar 4. 4** Diagram Hasil Nilai Uji Kekerasan Permukaan Dengan Beda Jenis Nozzle Terhadap Tebal Benda 18 mm

#### 4.2.4 Pembahasan Hasil Uji Kekerasan Permukaan

Dari hasil pengujian kekerasan permukaan pada proses pemotongan suatu plat baja karbon rendah ASTM

A36 dengan variasi kecepatan potong 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, 500 mm/mnt dan beda jenis nozzle dengan tip size 1 dan tip size 2.

1. Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada kecepatan 400 mm/mnt dan ketebalan benda 14 mm.
  - Plat I menggunakan jenis nozzle tip size 1 nilai kekerasan permukaan : 81.16 HRB.
  - Plat II menggunakan jenis nozzle tip size 2 nilai kekerasan permukaan : 78.5 HRB.
2. Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada kecepatan 450 mm/mnt dan ketebalan benda 14 mm.
  - Plat I menggunakan jenis nozzle tip size 1 nilai kekerasan permukaan : 79.5 HRB.
  - Plat II menggunakan jenis nozzle tip size 2 nilai kekerasan permukaan : 76.6 HRB.
3. Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada kecepatan 500 mm/mnt dan ketebalan benda 14 mm.
  - Plat I menggunakan jenis nozzle tip size 1 nilai kekerasan permukaan : 77.5 HRB.
  - Plat II menggunakan jenis nozzle tip size 2 nilai kekerasan permukaan : 75.7 HRB.
4. Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada kecepatan 400 mm/mnt dan ketebalan benda 18 mm.
  - Plat I menggunakan jenis nozzle tip size 1 nilai kekerasan permukaan : 78.5 HRB.
  - Plat II menggunakan jenis nozzle tip size 2 nilai kekerasan permukaan : 83.83 HRB.
5. Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada kecepatan 450 mm/mnt dan ketebalan benda 18 mm.
  - Plat I menggunakan jenis nozzle tip size 1 nilai kekerasan permukaan : 76.8 HRB.
  - Plat II menggunakan jenis nozzle tip size 2 nilai kekerasan permukaan : 82.16 HRB.

6. Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada kecepatan 500 mm/mnt dan ketebalan benda 18 mm.
  - Plat I menggunakan jenis nozzle tip size 1 nilai kekerasan permukaan : 74.16 HRB.
  - Plat II menggunakan jenis nozzle tip size 2 nilai kekerasan permukaan : 79.8 HRB.

Dari hasil pengujian kekerasan permukaan mengalami penurunan disebabkan oleh distribusi panas pada benda kerja berbeda dikarenakan kecepatan potong, tip size, tekanan gas oxy-acetylene, dan ketebalan benda yang berbeda. Jenis tip size untuk memotong benda kerja 14 mm dan benda kerja 18 mm berbeda karena ketebalan plat akan berpengaruh pada proses potong pada benda tersebut. Dari hasil semuanya menandakan bahwa semakin tinggi temperature pemanasan maka material akan semakin lunak atau ulet.

### 4.3 Kerf

#### 4.3.1 Kerf Yang Dihasilkan Oleh Tip 1 (1,0 mm)

**Tabel 4. 10** Hasil Kerf Yang Didapat Menggunakan Tip 1 (1,0mm)

Jenis Nozzle	Tebal Benda	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Kerf (mm)
Tip 1	14 mm	400 mm/mnt	4,0
			3,65
			3,60
		450 mm/mnt	5,15
			5,10
			4,80
	500 mm/mnt	5,75	
		5,50	

	18 mm	400 mm/mnt	6,00
			4,60
			4,50
		450 mm/mnt	4,65
			2,45
			2,55
		500 mm/mnt	2,40
			2,90
			2,85
			2,90

**Tabel 4. 11** Hasil Rata – Rata Kerf Yang Didapat Menggunakan Tip 1 (1,0 mm)

Jenis nozzle	Tebal benda	Kecepatan potong (mm/mnt)	Kerf (mm)
Tip 1	14 mm	400 mm/mnt	3,75
		450 mm/mnt	5,01
		500 mm/mnt	5,75
	18 mm	400 mm/mnt	4,58
		450 mm/mnt	2,46
		500 mm/mnt	2,88

#### 4.3.2 Kerf Yang Dihasilkan Oleh Tip 2 (1,3 mm)

**Tabel 4. 12** Hasil Kerf Yang Didapat Menggunakan Tip 2 (1,3mm)

Jenis Nozzle	Tebal Benda	Kecepatan Potong (mm/mnt)	Kerf (mm)
Tip 2	14 mm	400 mm/mnt	2,00
			1,95
			1,95
		450 mm/mnt	1,95

		500 mm/mnt	1,90
			1,90
			1,95
			1,8
			1,85
	18 mm	400 mm/mnt	1,80
			1,85
			1,80
		450 mm/mnt	1,70
			1,80
			1,80
		500 mm/mnt	2,00
			1,80
			1,85

**Tabel 4. 13** Hasil Rata – Rata Kerf Yang Didapat Menggunakan Tip 2 (1,3 mm)

Jenis nozzle	Tebal benda	Kecepatan potong (mm/mnt)	Kerf (mm)
Tip 2	14 mm	400 mm/mnt	1,96
		450 mm/mnt	1,91
		500 mm/mnt	1,86
	18 mm	400 mm/mnt	1,81
		450 mm/mnt	1,76
		500 mm/mnt	1,88

Secara teoritis hasil pemotongan menggunakan tip size 1 (1,0 mm) menghasilkan lebar kerf yaitu 1,7-1,8 mm dengan kecepatan 490 mm/mnt – 550 mm/mnt. Untuk yang menggunakan tip size 2 (1,3 mm) menghasilkan lebar kerf yaitu 2,0-2,1 mm dengan kecepatan 400 mm/mnt – 490 mm/mnt.

Hasil dari pemotongan sebenarnya menggunakan tip size 1 (1,0 mm) ketebalan benda 14 mm dan 18 mm dengan kecepatan 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, 500 mm/mnt menghasilkan lebar kerf

yaitu 2,44 mm – 5,75 mm. Hasilnya tidak sesuai dengan teori dikarenakan ketika proses pemotongan temperature potong mengumpul di satu titik, sehingga panas cepat menyebar kesamping. Maksudnya mengumpul dalam satu titik itu karena kecepatan potong relative lebih rendah sehingga banyak material yang sudah sampai warnanya merah cabai sekitar suhu 980°C sehingga ketika oksigen menyembur dengan tekanan tinggi, material tersebut terpotong dan melebar.

Untuk pemotongan yang menggunakan tip size 2 (1,3 mm) ketebalan benda 14 mm dan 18 mm dengan kecepatan 400 mm/mnt, 450 mm/mnt, 500 mm/mnt menghasilkan lebar kerf yaitu 1,76 mm – 1,96 mm. dan yang tebal 18 mm memiliki lebar kerf yang kecil karena proses pemanasan yang cenderung melebar dengan lambat dan kemudian dipotong dengan tekanan gas oksigen sehingga hasilnya lebih kecil dari pada yang lebar 14 mm. Dan sebaliknya, untuk ketebalan 14 mm memiliki lebar kerf lebih besar dari benda tebal 18 mm karena ketebalan benda lebih tipis sehingga panas lebih cepat melebar dan kemudian terkena tekanan oksigen yang tinggi untuk proses pemotongannya dan hasilnya menjadi lebar.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada proses pemotongan dengan bahan bakar oxy-acetylene baja karbon rendah ASTM A36 dengan tebal plat 14 mm dan 18 mm, tekanan oksigen pada regulator 4,6 kgf/cm<sup>2</sup>, acetylene 2,2 kgf/cm<sup>2</sup>, arah potong lurus, sudut potong 90°, dan jarak nozzle ke benda kerja 11 mm dapat diambil kesimpulan:

1. Nilai kekasaran permukaan yang paling halus didapat dari proses pemotongan dengan menggunakan tip size 1 (1,0 mm) adalah 4,57  $\mu\text{m}$  dengan kecepatan potong 450 mm/mnt pada benda kerja dengan tebal 14 mm. Dan 5,92  $\mu\text{m}$  pada benda kerja tebal 18 mm dengan kecepatan potong 400 mm/mnt. Sedangkan nilai kekasaran permukaan yang paling halus didapat dari proses pemotongan dengan menggunakan tip size 2 (1,3 mm) adalah 2,09  $\mu\text{m}$  dengan kecepatan potong 500 mm/mnt pada benda kerja dengan tebal 14 mm. Dan 3,15  $\mu\text{m}$  pada benda kerja tebal 18 mm dengan kecepatan potong 450 mm/mnt.
2. Nilai kekerasan permukaan pada tebal 14 mm dengan menggunakan tip size 1 (1,0 mm) dan kecepatan potong 400 mm/mnt menghasilkan nilai kekerasan permukaan yang paling tinggi. Sedangkan pada benda kerja tebal 18 mm menggunakan tip 2 (1,3 mm) dan kecepatan potong 400 mm/mnt menghasilkan nilai kekerasan permukaan yang paling tinggi.
3. Hasil pemotongan menggunakan tip size 1 (1,0 mm) menghasilkan lebar kerf yaitu 2,44 mm – 5,75 mm, sedangkan menggunakan tip size 2 (1,3 mm) menghasilkan lebar kerf yaitu 1,76 mm – 1,96 mm.

#### **5.2 Saran**

Dalam penelitian ini masih banyak hal yang perlu dikembangkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada

penelitian selanjutnya. Oleh karena itu ada beberapa saran untuk yang akan melakukan penelitian:

1. Hasil dari penggunaan tip 1 (1,0 mm) tidak sesuai dengan buku literature yang telah ditetapkan. Mungkin ini perlu diperhatikan dalam proses pengambilan data.
2. Lakukan pengambilan data dan pengujian di tempat yang sama, orang yang sama dan alat yang sama juga.

## DAFTAR PUSTAKA

Hardono. 2003. Pengaruh Parameter Pemotongan Kecepatan Potong, Jarak Potong, Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Karbon Rendah (Tugas Akhir). Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember

Sakroni, Imam. 2017. Analisa Pengaruh Variasi Temperature Reforming Terhadap Kekuatan Impak Dan Kekerasan Pada Baja SS400 (Tugas Akhir). Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember

[www.koike.com](http://www.koike.com)

<https://www.researchgate.net/publication/282293176>

[http://www.dtwd.wa.gov.au/sites/default/files/teachingproducts/ENG723\\_CCBY.PDF](http://www.dtwd.wa.gov.au/sites/default/files/teachingproducts/ENG723_CCBY.PDF)

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# Lampiran 1

## Alat Uji Kekasaran Permukaan



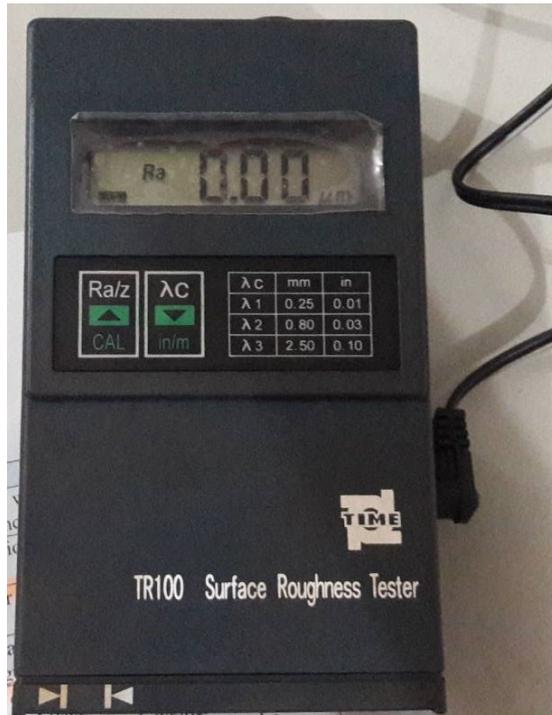
**TIME** SURFACE ROUGHNESS TESTER  
TR100  
PACKING CARD

Number	Description	Quantity	Remark
1	Main Unit	1	
2	Charger	1	
3	Standard Specimen Ra	1	
4	Instruction Manual	1	
5	TIME Certificate	1	
6	Warranty card	1	

Packing Checker: **J04**      Date: **12.24.2009**

TIME Group Inc.  
Beijing TIME High Technology Ltd.

Lampiran 2  
Alat Uji Kekasaran Permukaan



Lampiran 3  
Tabel Spesifikasi Tip KOIKE

**102HC** • For Hand Cutting and Portable Cutting



Inches						
Plate Thickness	Tip No.	Cutting Speed in/min	Oxygen PSIG Cutting Preheat*		Fuel PSIG	Kerf Width
1/4	0	24	30	30	2.8	0.05
3/8	0	22	30	30	2.8	0.06
1/2	1	21	40	40	2.8	0.07
3/4	2	18	45	45	2.8	0.08
1	2	17	45	45	2.8	0.08
1-1/2	3	14	45	45	2.8	0.09
2	4	12.5	45	45	3.6	0.11
2-1/2	5	11	55	55	4.3	0.12
3	5	10	55	55	4.3	0.12

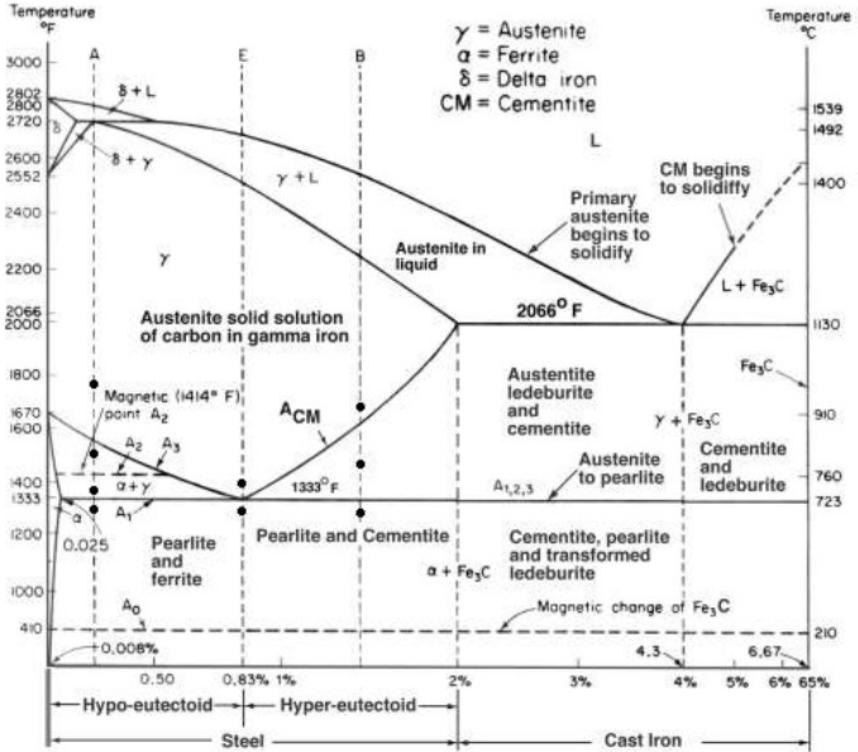
**Metric** \*Preheat oxygen pressure for 3 hose tech only

Plate Thickness	Tip No.	Pressure kg/cm <sup>2</sup>		Consumption NI/hr.			
		Oxygen	Fuel Gas	Cutting Oxygen	Preheat Oxygen	Fuel Gas	Cutting Speed mm/min
5 - 10	0	5.0	0.2	1600	520	470	700-625
10 - 15	1	5.0	0.2	2400	600	550	625-550
15 - 30	2	5.0	0.2	3600	600	550	550-475
30 - 40	3	5.0	0.2	4800	600	550	475-425
40 - 50	4	5.0	0.2	5600	750	680	425-350
50 - 100	5	5.0	0.25	8800	860	780	350-250

Lampiran 4  
Tabel Spesifikasi Tip KOIKE

Des.	Article no.	Cutting range mm	Cutting speed mm/min.	Pressure (bar)			Consumption (m <sup>3</sup> /h)			Kerf width mm
				Cutting Heating			Cutting Heating			
				O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Acetylene	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Acetylene	
00	590000005000	0-5	660	1,5	1,5	0,2	0,69	0,41	0,37	1
0	590000005001	5-10	660-550	2	2	0,2	1,2	0,41	0,37	1,3- 1,5
1	590000005002	10-15	550-490	2,5	2,5	0,2	2,1	0,48	0,43	1,7- 1,8
2	590000005003	15-30	490-400	3	3	0,2	3,4	0,48	0,43	2,0- 2,1
3	590000005004	30-40	400-350	3	3	0,2	4,3	0,48	0,43	2,3- 2,4
4	590000005005	40-50	350-320	3,5	3,5	0,25	6,5	0,55	0,5	2,7- 2,9
5	590000005006	50-100	320-200	4	4	0,3	11	0,69	0,63	3,4- 3,5
6	590000005007	100- 150	200-150	4	4	0,35	15	0,77	0,7	3,9- 4,0
7	590000005008	150- 250	150-80	4,5	4,5	0,4	22	1,06	0,96	4,4- 5,1
8	590000005009	250- 300	80-45	4,5	4,5	0,4	28	1,06	0,96	5,8- 6,8

Lampiran 5  
Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C



## **BIODATA PENULIS**



Penulis lahir di Kabupaten Tulungagung, 11 September 1999, dari pasangan Bapak (alm) Imam Ahmadi dan Ibu Diana Triswanti Penulis merupakan anak tunggal. Jenjang pendidikan formal yang pernah ditempuh adalah TK Dharmawanita Kauman, SDN Bolorejo 1, SMPN 1 Kauman, dan SMAN 1 Boyolangu.

Pada tahun 2015 penulis mengikuti ujian masuk Program Diploma III ITS dan diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 10211500000034. Penulis mengambil bidang keahlian Manufaktur sesuai dengan kelas yang diikuti. Penulis pernah melakukan kerja praktek di UP. PJB Paiton, Probolinggo.

Selama menempuh pendidikan perguruan tinggi penulis telah mengikuti pelatihan LKMM Pra-TD XIII FTI-ITS, PKTI (Pelatihan Karya Tulis Ilmiah) HMDM, PMB (Pelatihan Motor Bakar) HMDM ITS Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis yaitu : BSO Jundulloh (Lembaga Dakwah Jurusan) HMDM 2016-2017 (sebagai staff).