

**PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN WIRE CUT  
ELEKTRICAL DISCHARGE MACHINE TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN  
HASIL POTONG BAJA XW-5**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**RICO NARDO SIBURIAN  
NPM :158130087**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2020**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/10/20

Access From (repository.uma.ac.id)16/10/20

**PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN WIRE CUT  
ELEKTRICAL DISCHARGE MACHINE TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN  
HASIL POTONG BAJA XW-5**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area**

**OLEH :**

**RICO NARDO SIBURIAN  
NPM :158130087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2020**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/10/20

Access From (repository.uma.ac.id)16/10/20

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh parameter pemotongan Wirecut Electrical Discharge Machine terhadap Kekerasan Dan Kekasaran permukaan Hasil potong Baja xw-5  
Nama : Riconardo Siburian  
NPM : 158130087  
Bidang : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

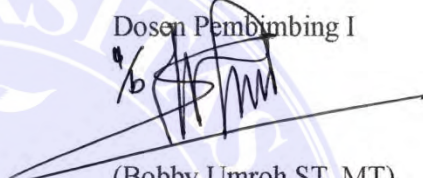
Disetujui Oleh Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing II



(Ir. H. Amru Siregar, MT)  
NIDN.0022065901

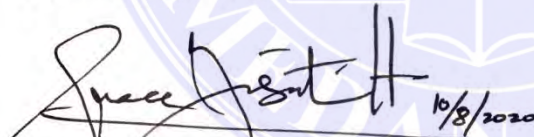
Dosen Pembimbing I



(Bobby Umroh ST, MT)  
NIDN.0119018601

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



10/8/2020

(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)  
NIDN. 0124127101

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Zulfikar ST, MT)  
NIDN. 0007127307

Tanggal Lulus : 10 Februari 2020

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang telah saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya dengan peraturan dan hukum yang berlaku, apabila dikemudian hari ditumakan adanya plagiat dalam skripsi ini.



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rico Nardo Siburian

Nim : 158130087

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Pengaruh Parameter Pemotongan Wirecut Electrical Discharge Machine Terhadap Kekerasan Dan Kekasaran Permukaan Hasil Potong baja Xw-5. Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk perangkat data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 10 Februari 2020



(Rico Nardo Siburian)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Rico Nardo Siburian lahir pada tanggal 22 November 1995. Penulis merupakan anak keenam dari 8 bersaudara. Anak dari Parasian Siburian dengan Dormauli Sihombing. Penulis menyelesaikan sekolah dasar (SD) di SD Negeri 173318 Paranginan, Humbang Hasundutan pada tahun 2008. Dan seterusnya penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 3 lintong Nihuta, Humbang Hasundutan dan selesai pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMK swastan TD Pardede Foundation tunggal, Deli serdang jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dan selesai pada tahun 2014. Setelah menyelesaikan Sekolah Menengah Kejuruan pada tahun 2014, penulis kemudian melanjutkan studi ke perguruan tinggi Pada tahun 2015 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin di Universitas Medan Area dan selesai pada tahun 2020.

## ABSTRAK

Mesin-mesin non konvensional *Wire Cutting* EDM merupakan terobosan baru dalam bidang teknologi manufaktur yang lebih canggih daripada mesin-mesin konvensional. Proses pemotongan dengan mesin wire cutting EDM memiliki kemampuan untuk memotong benda yang memiliki tingkat kekerasan yang cukup tinggi. Penelitian ini ingin mengetahui hasil pemotongan pada permukaan baja xw-5 setelah dipotong menggunakan parameter pemotongan yang berbeda. Parameter pemotongan tersebut antara lain kuat arus (I), kecepatan kawat (v), dan tegangan kawat (N). Dari hasil penelitian akan memberikan informasi tentang perubahan kekerasan dan kekasaran permukaan hasil potong baja xw-5. Tingkat kekerasan dan kekasaran permukaan bahan Baja xw-5 jika dipotong oleh Wire Cut EDM akan terjadi hasil yang berbeda-beda, semakin besar kuat arus (I) dan kecepatan kawat (v) yang digunakan untuk memotong dengan Wire Cut EDM akan diperoleh tingkat kekerasan dan kekasaran permukaan yang tinggi. Semakin lunak bahan jika dipotong dengan Wire Cut EDM akan diperoleh lebar potong semakin lebar dan penyimpangan lebar potong juga semakin lebar.

*Kata kunci: wire cut EDM, Kekerasan, Kekasaran, Pemotongan, Pengukuran,*

## ABSTRACT

Conventional Wire Cutting EDM non-machine are a new breakthrough in the field of manufacturing technology that is more sophisticated than conventional machines. The cutting process with an EDM wire cutting machine has the ability to cut objects that have a fairly high degree of difficulty. This study wanted to find out the results of cutting on the xw-5 steel surface after being cut using different cutting parameters. The cutting parameters include current strength (I), wire speed (v), and wire voltage (N). From the results of the study will provide information about changes and surface roughness of the xw-5 steel cut. The level of hardness and surface roughness of Steel xw-5 material if cut by EDM Wire Cut will result in different results, the greater the strong current (I) and the speed of the wire (v) used to cut with EDM Wire Cut will obtain the level of defense and high surface roughness. More material if cut with EDM Wire Cut will obtain a wider cut width and a wider deviation of the cut width.

Keywords: EDM wire cut, Hardness, Roughness, Cutting, Measurement,



# KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyusun skripsi dengan judul “Pengaruh Parameter Pemotongan Wire Cut Electrical Discharge Machine Terhadap Kekerasan Dan Kekasaran Permukaan Hasil Potong Baja xw-5” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas teknik jurusan teknik mesin Universitas medan Area.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupu spiritual. Untuk itu melalui tulisan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus yang senantiasa memberikan kekuatan, kesehatan, dan damai sejahtera kepada penulis
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.sc Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Zulfikar, ST, MT sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
5. Bapak Bobby Umroh ST, MT dan Ir.H. Amru Siregar, MT. selaku dosen

pembimbing yang telah memberi arahan dan saran serta banyak meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam penulisan tugas akhir ini.

6. Seluruh Dosen Pengajar Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Staf Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
7. Bapak Sukendi ST, MT selaku pimpinan perusahaan PT.EVERBRIGHT yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di dalam perusahaan yang dipimpinnya.
8. Yang terkasih dan yang teristimewa Ayah dan Ibu yang selalu memberi perhatian serta nasehat, dukungan serta diiringi do'a dan material sehingga tugas akhir ini dapat saya selesaikan.
9. Seluruh teman seperjuangan Mahasiswa Teknik Mesin terkhusus Stambuk 2015 Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna adanya, karena masih banyak kekurangan baik dari segi tulisan maupun susunan bahasanya. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi menyempurnakan skripsi ini ke arah yang lebih baik lagi.

Akhir kata,penulis mengucapkan terima dan Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis sendiri tentunya.

Medan,10 Februari 2020

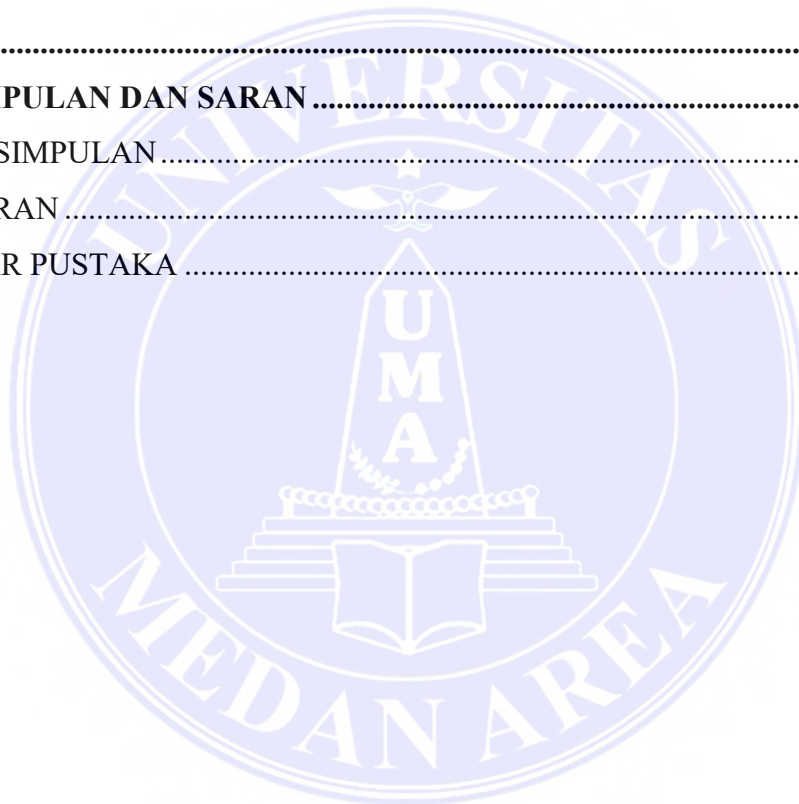
RicoNardo Siburian

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Tujuan penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Wire Cut EDM (ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE) .....	6
1. Computerized Numerical Control (CNC).....	7
2. Power Supply .....	7
3. Komponen Mekanikal.....	7
4. Dielektrik .....	7
2.2. Prinsip Kerja Wire Cut EDM.....	7
2.2.1. Langkah kerja Wire Cut EDM.....	10
1. Menghidupkan Sumber Tegangan Sistem. ....	10
2.3. Kelebihan Wire Cut Machining .....	11
2.4. Baja Assab XW-5.....	12
2.5. Kekerasan Permukaan.....	13
2.5.1. Pengujian kekerasan material.....	14
2.5.2 Metode Pengujian kekerasan Material .....	14

2.5.3. pengujian kekerasan Brinell.....	15
2.5.4. Uji Kekerasan Vickers .....	17
2.5.5. Uji Kekerasan Rockwell .....	19
2.6. Kekasaran Permukaan.....	25
2.6.1 Permukaan.....	28
2.6.2 Permukaan dan Profil.....	29
2.6.3 Parameter kekasaran permukaan.....	32
2.6.4 Penulisan Kekasaran Permukaan Pada Gambar Teknik .....	32
2.6.5 Alat Ukur Kekasaran Permukaan.....	34
2.7. Laju Pembuang Geram ( MRR).....	35
2.8. struktur Mikro .....	35
<b>BAB III.....</b>	<b>37</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1. Waktu dan tempat Penelitian .....	37
3.2 Prosedur Penelitian.....	38
3.3. proses pemotongan Baja Assab xw-5 .....	38
3.3.1. Persiapan Spesimen .....	38
3.3.2 Persiapan Alat .....	39
3.3.3. Pemotongan Baja Assab xw-5 .....	42
3.3.4. Ilustrasi pemotongan Baja Assab xw-5 di mesin wirecut .....	44
3.4. Pengujian.....	45
3.4.1. Pengujian Kekerasan.....	45
3.4.1.1Alat Uji kekerasan.....	45
3.4.1.2. Persiapan Pengujian .....	46
3.4.1.3. Prosedur pengujian Kekerasan.....	46
3.4.2. Pengujian Kekasaran.....	47
3.4.2.1 Prosedur pengujian kekasaran.....	48
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	49

<b>BAB VI.....</b>	<b>50</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
4.1. Hasil Data.....	50
4.2. Hasil Pengujian Kekerasan .....	51
4.2.1. Pengaruh kekerasan terhadap kedalaman penetrasi pengujian kekerasan .	52
4.3. Hasil Pengujian kekasaran .....	56
4.4. Laju Pembuang geram ( MRR ).....	60
4.5. Hasil foto Mikro.....	63
<b>BAB V.....</b>	<b>67</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
5.1. KESIMPULAN.....	67
5.2. SARAN .....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	69



## DAFTAR GAMBAR

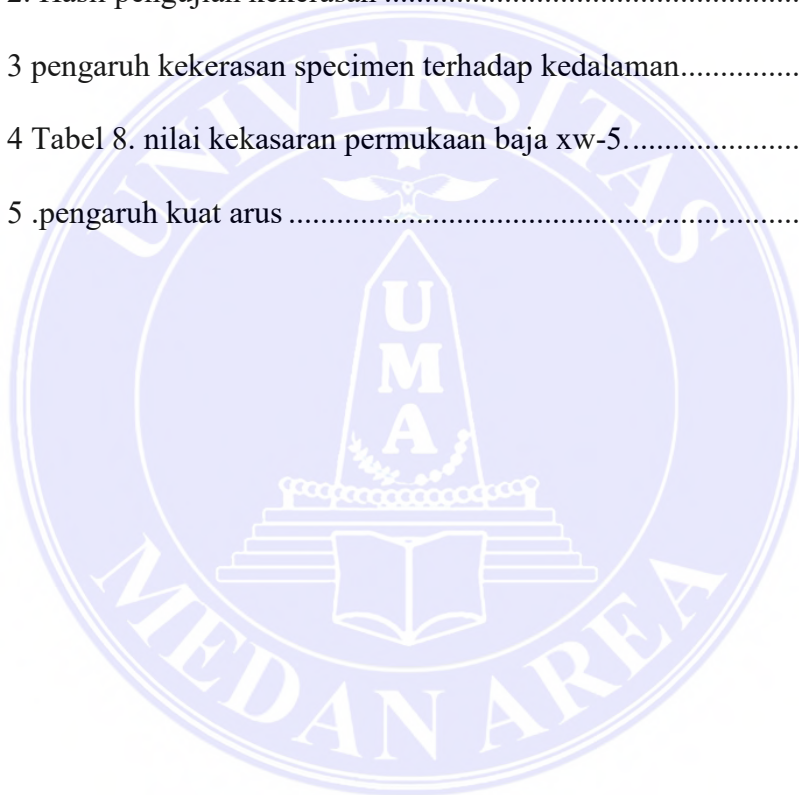
Gambar 2. 1 Wire cut EDM .....	6
gambar 2. 2 Proses pemotongan Wire Cut.....	8
Gambar 2. 3 Skema sistem wire cut machining.....	9
Gambar 2. 4 Proses Pembangkitan Energi Sistem .....	10
Gambar 2. 5 Proses Terjadinya Loncatan Bunga Api Listrik .....	10
Gambar 2. 6 Proses Pengikisan dan Pembersihan .....	11
Gambar 2. 7 Produk Hasil Wire Cut Machining.....	12
Gambar 2. 8 Baja Assab xw-5 .....	13
Gambar 2. 9 Tipe-tipe lekukan piramid intan: .....	19
Gambar 2. 10 Profil kekasaran permukaan .....	26
gambar 2. 11 Lambang kekasaran permukaan.....	33
gambar 2. 12 Alat ukur kekasaran permukaan.....	34
Gambar 3. 1 Baja sebagai bahan uji pemotongan.....	39
Gambar 3. 2 Komputer pemograman pemotongan.....	39
Gambar 3. 3 Kawat pemotong diameter 0.25 untuk memotong benda kerja.....	40
Gambar 3. 4 Mesin wirecut EDM pemotong benda kerja .....	40
Gambar 3. 5 Kunci L merek TERIKO untuk mengikat benda kerja .....	42
Gambar 3. 6 Benda pengikat benda kerja .....	42
Gambar 3. 7 Jangka sorong untuk mengukur benda kerja .....	42
Gambar 3. 8 Letak baja assab di mesin wirecut sebelum dipotong .....	44
Gambar 3. 9 Ilustrasi pemotongan Baja.....	44

Gambar 3. 10 Mesin Hardnes tester Rockwell IMAI SEIKI .....	46
Gambar 4. 1 Grafik Nilai kekerasan baja xw-5 setelah pemotongan.....	52
Gambar 4. 2 Grafik kedalaman penetrasi uji Rockwell .....	56
Gambar 4. 3 . Grafik nilai kekasaran .....	60
Gambar 4. 4 Grafik pengaruh kuat arus .....	63
Gambar 4. 5 foto mikro baja xw-5 tanpa pemotongan.....	64
Gambar 4. 6 foto mikro pada kekerasan 58 HRC .....	65
Gambar 4. 7 foto mikro kekerasan 63,5 HRC.....	65



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 waktu dan tempat penelitian .....	37
Tabel 3. 2 Spesifikasi mesin wire cut EDM +GF+ Agie Charmilles CUT 30 p.....	41
Tabel 3. 3 Parameter Pemotongan Wirecut EDM yang digunakan .....	45
Tabel 4. 1 pengaruh parameter pemotongan.....	50
Tabel 4. 2. Hasil pengujian kekerasan .....	51
Tabel 4. 3 pengaruh kekerasan specimen terhadap kedalaman.....	55
Tabel 4. 4 Tabel 8. nilai kekasaran permukaan baja xw-5.....	59
Tabel 4. 5 .pengaruh kuat arus .....	62





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Seiring berjalannya kemajuan dan perkembangan dibidang permesinan, semakin banyak pula dikembangkan material-material jenis baru yang relatif lebih keras dibandingkan material yang terdahulu dikarenakan banyak produk yang membutuhkan komponen dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Selain itu komponen mesin yang pengerjaannya membutuhkan bentuk-bentuk profil tertentu yang lebih rumit sangat sulit dikerjakan dengan mesin konvensional. Mesin nonkonvensional merupakan mesin yang memiliki banyak keunggulan dibanding dengan mesin konvensional dalam hal proses pemotongan. Pertimbangan pengerjaan dengan mesin nonkonvensional dapat menghasilkan potongan yang sangat baik, presisi, dan hasil potongan yang bersih [1].

Elektrical Discharge Machine (EDM) adalah salah satu proses permesinan non konvensional yang proses pemotongannya berupa erosi dan terjadi karena adanya sejumlah loncatan bunga api listrik pada celah antara pahat dan benda kerja dengan sistem *computer numerically controlled* (CNC). Karena pengikisan terjadi secara elektrik, maka material yang akan diproses harus bersifat konduktif, Wire EDM (WEDM) merupakan kelompok jenis dari Cutting EDM yang secara khusus menggunakan kawat bertegangan yang dialiri arus listrik sebagai elektroda pemotong [2].

Bentuk yang rumit serta bahan yang memiliki kekerasan tinggi umumnya sulit dikerjakan dengan menggunakan proses pemesinan konvensional, sehingga diperlukan pengerjaan khusus. Untuk proses pengerjaan khusus tersebut salah satunya adalah menggunakan Electric Discharge Machining (EDM)[1][2]. Pada Proses awal EDM, elektrode yang berisi tegangan listrik didekatkan ke benda kerja (elektrode positif mendekati benda kerja/turun). Di antara dua elektrode ada minyak isolasi (tidak menghantarkan arus listrik), yang pada EDM dinamai cairan *dielectric*. Walaupun cairan dielektrik adalah sebuah isolator yang bagus, beda potensial listrik yang cukup besar menyebabkan cairan membentuk partikel yang bermuatan, yang menyebabkan tegangan listrik melewatinya dari elektrode ke benda kerja. Mesin wire cutting EDM biasa digunakan untuk membuat produk yang memiliki bentuk yang rumit. proses EDM banyak digunakan karena beberapa keunggulan yang dimilikinya antara lain sebagai berikut: Mampu mengerjakan bentuk-bentuk benda kerja yang kompleks, Tidak terjadi kontak langsung antara benda kerja dan elektroda, sehingga memungkinkan pengerjaan benda kerja yang tipis. Dapat mengerjakan benda kerja yang sangat keras. Hampir semua pekerjaan yang dilakukan pada mesin konvensional dapat dikerjakan dengan proses ini[3]. Dalam industri manufaktur proses pemesinan non konvensional, EDM banyak digunakan untuk pengerjaan benda yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dan mesin ini juga diharapkan untuk menghasilkan pemotongan yang halus dan kepresisian yang tinggi.

Hasil Proses pemesinan yang dilakukan pada wire cut EDM sering diperoleh nilai kekerasan dan kekasaran permukaan yang berbeda dan kadang tidak sesuai

dengan yang diinginkan[2]. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan kawat,kuat arus,ketegangan kawat. Selain karena alasan di atas pada proses pemotongan tersebut terjadi kenaikan temperatur lokal di atas temperatur austenit yaitu temperatur yang dipakai sebagai pedoman untuk proses perlakuanpanas untuk mengubah sifat fisik dari logam, dengantemperatur proses yang cukup tinggi tersebut disertai dengan pendingan yang relatif cepat melalui penyemprotan dan perendaman dimungkinkan terjadi pengerasan pada permukaan dari benda yang dipotong[3].Pada penelitian ini digunakan material Baja Assab XW-5 yang merupakan jenis *Machinery Steel*. Adapun material ini biasa digunakan untuk *punch dies* maupun *die holder, guide plates, jigs, fixtures, simple bending dies, dan simple structural components, roda gigi*.dimana material ini memiliki sifat yang berbeda-beda.

## 1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dikemukakan, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Apakah ada pengaruh parameter pemotongan terhadap kekerasan benda hasil potong.

## 1.3. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari Penelitian yang dilakukan ini adalah:

- a. untuk mengetahui sejauh mana perubahan kekerasan permukaan benda akibat parameter pemotongan mesin wire cut.
- b. Untuk mengetahui perubahan kekasaran permukaan benda akibat parameter pemotongan mesin wire cut.
- c. Mengetahui perubahan struktur mikro pada material akibat pemotongan

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya proses pemotonga Wire Cut EDM, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitianini, diantaranya:

- a. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya bidang permesinan
- b. Sebagai informasi bagi operator mesin untuk meningkatkan kualitas hasil pemotongan mesin Wire Cut.
- c. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pemotongan Wire Cut dan bahan teknik.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I pendahuluan, bab ini berisi latar belakang, tujuan,manfaat, batasanmasalah dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka, berisi tentang landasn teori penjelasan singkat mengenai wire cut EDM dan material yang digunakan, pengertian wire cut EDM dan komponen utama proses mein wire cut EDM, serta teori tentangkekasaran dan kekerasan permukaan.

Bab III Metodologi Penelitian, bab ini berisi tentang perancangan penelitian, diagram alir serta langkah-langkah yang ditempuh dalam perancangan.

Bab IV Analisis dan pembahasan, bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan yang diperoleh selama melakukan penelitian, pembahasan dari data yang diperoleh sesuai dengan permasalahan yang ditetapkan pada penelitian

Bab V Kesimpulan dan saran, Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian dan saran yang diharapkan dapat berguna dalam melakukan penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka, berisikan literatur yang digunakan dalam penelitian dan penyusunan laporan ini.

Lampiran, Pada bagian ini, berisikan tentang lampiran-lampiran dan data-data sebagai sumber yang diambil dalam skripsi ini.

## BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Wire Cut EDM (ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE)

Salah satu mesin manufaktur non-konvensional yang sekarang populer digunakan adalah *Wire Cut machining*. Dimana *Wire Cut machining* merupakan salah satu jenis mesin yang termasuk kategori EDM. wire cut EDM merupakan proses pemrosesan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah kawat. Elektrodanya adalah sebuah kawat gulungan yang terus berputar dan berganti selama proses pemrosesan berlangsung. Selama proses erosi, kawat selalu berganti dan berputar agar pada setiap erosi kawat yang digunakan selalu baru dan tidak putus [4]. Kawat yang digunakan bisa terbuat dari tembaga, brass, zink, dll.



**Gambar 2.1** Wire cut EDM

Berikut ini komponen-komponen umum penyusun yang terdapat pada *wire cut EDM*:

### 1. Computerized Numerical Control (CNC)

Computerized Numerical Control (CNC) Merupakan otak dari pergerakan *wire* (kawat) dalam proses pemotongan. Pengaturan menggunakan bahasa pemrograman tertentu untuk menjalankannya. Dengan CNC, kawat akan bergerak secara otomatis sesuai dengan program yang dibuat.

### 2. Power Supply

Power supply Merupakan komponen yang berfungsi sebagai sumber penyedia daya atau sumber tenaga penggerak sistem.

### 3. Komponen Mekanikal

Komponen ini Merupakan komponen mekanik, seperti: meja kerja (*work table*), mekanisme penggerak kawat dan *work stand*.

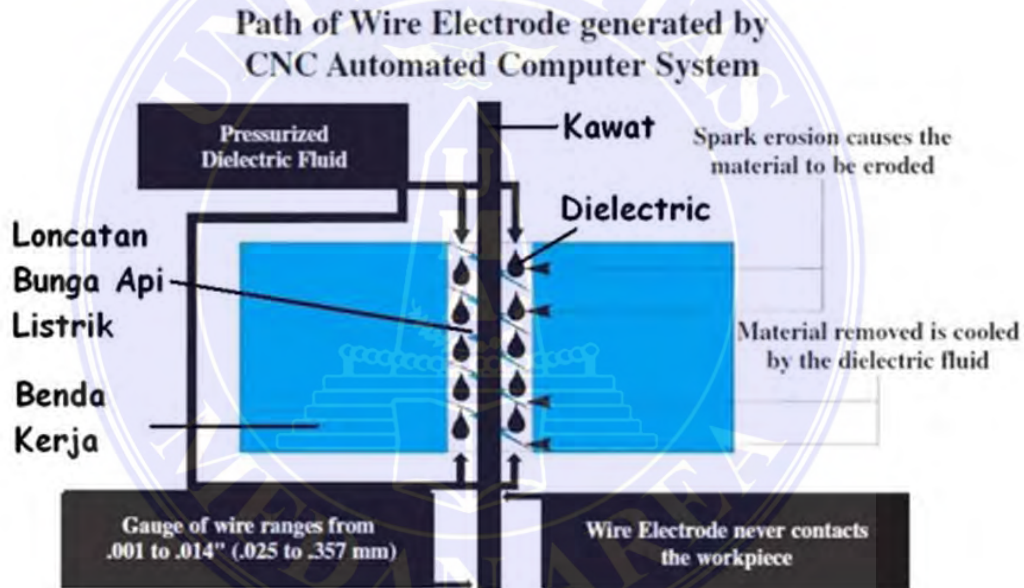
### 4. Dielektrik

Dielektrik merupakan Komponen berupa fluida yang berfungsi sebagai penyaring, pembersih hasil pemotongan dan menjaga konduktivitas air, resistivitasnya dan temperatur.

## 2.2. Prinsip Kerja Wire Cut EDM

Wire cut EDM menggunakan sebuah kawat elektroda (*electrode wire*) panas yang bergerak secara terus-menerus menembus benda kerja [3]. Benda kerja yang dapat diproses menggunakan *wire cut* berupa material konduktif karena basis kerjanya menggunakan listrik. Panas yang terjadi pada kawat disebabkan oleh pulsa elektrik DC yang dibangkitkan antara kawat dengan benda kerja, hal ini serupa

dengan proses EDM. kawat menjadi kutub negatif dan benda kerja menjadi kutubpositif sehingga akan dapat menimbulkan loncatan bunga api. Diantara kawat dan benda kerja terdapat air yang ter-deionisasi yang disebut *dielectric*. Proses deionisasi akan menyebabkan air menjadi air murni yang berfungsi sebagai insulator dan air tetap yang mengandung mineral, sehingga tersebut membuat kawat menjadi sangat konduktif. Sedangkan untuk mengatur konduktivitas air, maka dibuatlah proses sirkulasi air pada sistem *wirecut*[4].

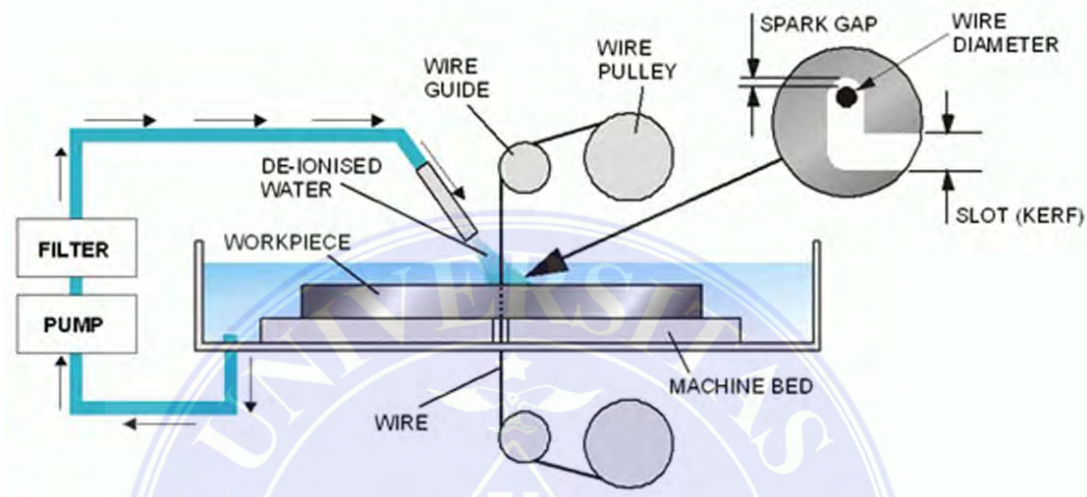


**gambar 2. 2 Proses pemotongan Wire Cut**

Ketika sistem teraliri listrik, maka air akan ter-deionisasi. Kemudian terjadi loncatan bunga api listrik diantara kawat dan benda kerja dan mengikis bagian kecil pada benda kerja. Pulsa elektrik terjadi berulang ribuan kali per detik, Sementara



cairan dielectric bertekanan dialirkan untuk membantu proses pendinginan benda kerja dan membersihkan hasil kikisan dari kawat maupun benda kerja .



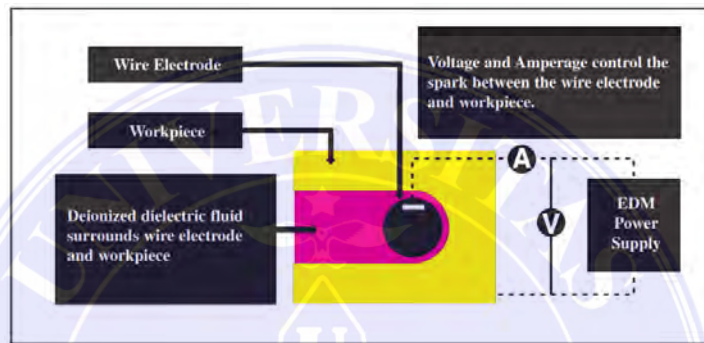
Gambar 2.3 Skema sistem wire cut machining

Pada proses permesinan wire Cut, baik untuk sistem listrik DC atau AC, celah yang terjadi antara kawat dan benda kerja sebesar 0,051 hingga 0,076 mm. Karena kawat tidak menyentuh benda kerja, maka *Wire Cut machining* merupakan proses pemotongan yang bebas akan tegangan (stress). Kawat elektroda yang biasa digunakan untuk proses ini berupa tembaga, kuningan dan zink dengan diameter 0,025 hingga 0,357 mm. Terkadang juga digunakan tungsten dan molybdenum sebagai kawat elektroda. [6]

### 2.2.1. Langkah kerja Wire Cut EDM

#### 1. Menghidupkan Sumber Tegangan Sistem.

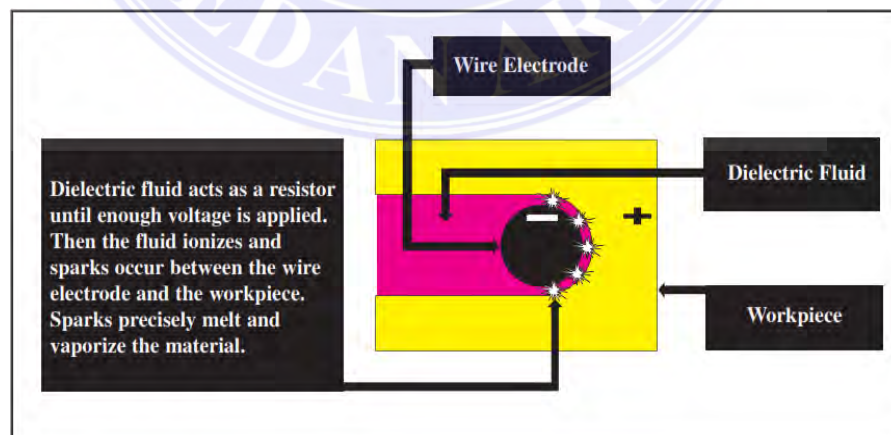
Sehingga akan membangkitkan arus listrik sistem dengan kawat (wire) sebagai anoda (kutub negatif) dan benda kerja sebagai katoda (kutub positif). Selain itu cairan dielektrik akan terjadi proses deionisasi.



Gambar 2.4 Proses Pembangkitan Energi Sistem

#### 2. Timbul Loncatan Bunga Api Listrik Di Antara Kawat Dan Benda Kerja

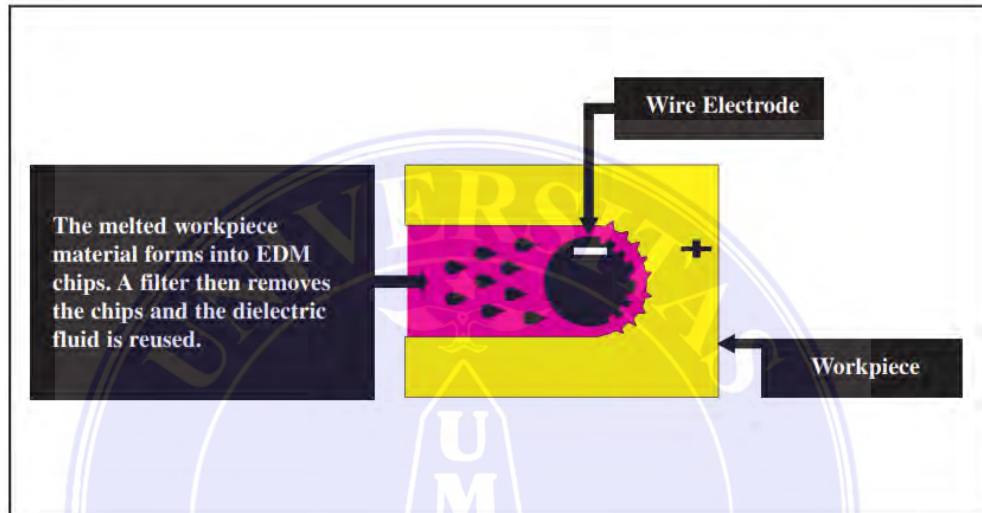
Pada kondisi ini cairan dielektrik fluida sudah terionisasi. Kemudian loncatan bunga api listrik mulai melelehkan dan menguapkan material



Gambar 2.5 Proses Terjadinya Loncatan Bunga Api Listrik

### 3. Material Yang Telah Meleleh Menjadi Kepingan

Material benda kerja yang meleleh akan dibuang dan fluida dielektrik yang telah menjadi sisa proses kemudian dipindahkan dan digunakan kembali setelah disaring menggunakan filter.



Gambar 2.6 Proses Pengikisan dan Pembersihan

### 2.3. Kelebihan Wire Cut Machining

Dengan kemampuan *Wire Cut machining* yang memiliki keakuratan hingga 0,0025 mm, surface finish hingga 0,037 Ra  $\mu\text{m}$  dan mampu memotong material hingga seberat 10.000 pounds. Maka wire cut menjadi populer digunakan dalam proses manufaktur pada industri-indutri. Selain itu, *Wire Cut machining* benar-benar seakan menggantikan mesin-mesin konvensional karena dapat diaplikasikan pada proses milling, broaching, grinding dan short run stamping. Lebih dari itu, *Wire Cut*

*machining* dapat diatur secara otomatis menggunakan CNC (computer-numerically controlled).

## 2.4. Baja Assab XW-5



Gambar 2.7 Produk Hasil Wire Cut Machining

ASSAB XW-5 adalah baja paduan karbon tinggi, kromium tinggi, baja paduan dengan tungsten. baja assab xw-5 ditandai dengan: Ketahanan aus tertinggi, Kekuatan tekan tinggi, Kekerasan permukaan tinggi setelah pengerasan, Properti melalui pengerasan yang baik, Stabilitas yang baik selama pengerasan, Resistansi yang baik untuk temper-back.

ASSAB XW-5 telah diterima secara luas sebagai baja dengan ketahanan aus yang luar biasa, biaya perbaikan dan perawatan yang rendah, untuk ekonomi produksi maksimum.

ASSAB XW-5 dengan machine ability yang tinggi dimaksudkan untuk digunakan dalam kondisi dengan aplikasi menuntut ketahanan aus maksimum meliputi pukulan dan die holder serta backing plate, jig, alat geser untuk bahan tipis dan keras, alat pres, alat pembentuk, cetakan untuk keramik dan plastik abrasive, dan fixture dan komponen struktural.



Gambar 2.8 Baja Assab xw-5

## 2.5. Kekerasan Permukaan

Kekerasan adalah ketahanan material terhadap deformasi plastis yang diakibatkan oleh tekanan atau goresan dari benda lain. Kekerasan merupakan sifat suatu logam, yang memberi kemampuan logam tahan terhadap deformasi permanen (bengkok, rusak, atau bentuk yang berubah) ketika suatu beban diterapkan. Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan untuk logam dengan sifat tersebut merupakan ukuran ketahanannya terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. Untuk orang yang berkecimpung dalam mekanika pengujian bahan, banyak yang mengartikan kekerasan sebagai ukuran ketahanan terhadap lekukan. Untuk para perancang bangunan, kekerasan sering diartikan

sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam. Dari uraian singkat di atas maka kekerasan suatu material dapat didefinisikan sebagai ketahanan material tersebut terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras. Penekanan tersebut dapat berupa mekanisme penggoresan (*scratching*), pantulan ataupun indentasi dari material keras terhadap suatu permukaan benda uji.

### 2.5.1. Pengujian kekerasan material

Pengujian kekerasan Material merupakan metode yang digunakan untuk menyelidiki dan mendapatkan tingkat atau nilai kekerasan material uji. Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas.

### 2.5.2 Metode Pengujian kekerasan Material

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*). dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting dalam mempelajarinya adalah ilmu bahan teknik. Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap

deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen . Untuk mengetahui tingkat kekerasan suatu material Terdapat 4 macam metode pengujian, yaitu:

1. Brinell (HB / BHN)
2. Vickers (HV / VHN)
3. Rockwell (HR / RHN)
4. Micro Hardness (Namun jarang sekali digunakan)

### 2.5.3. pengujian kekerasan Brinell

Uji Kekerasan Brinell adalah Metode uji kekerasan yang diajukan oleh J.A. Brinell pada tahun 1900. Metode ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya. Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak. Angka kekerasan brinell (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diameter jejak. BHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$BHN = \frac{P}{(\pi D / 2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

BHN = angka/nilai kekerasan brinell (Brinell Hardness Number)

P = beban yang digunakan (kg)

D = diameter bola baja (mm)

D = diameter lekukan (mm)

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan suatu material terhadap indentasi / penetrasi permanen akibat beban dinamis atau statis. Beberapa definisi kekerasan lainnya adalah :

- Energi yang diserap pada beban Impact (Kekerasan Pantul)
- Ketahanan terhadap goresan (Kekerasan Goresan)
- Ketahanan terhadap abrasi (Kekerasan Abrasi)
- Ketahanan terhadap pemotongan / pengeboran (Mampu Mesin)

Hasil pengujian kekerasan dengan hardness tester tidak dapat diaplikasikan langsung dalam mendesain suatu konstruksi seperti halnya hasil pengujian tarik. Namun demikian angka kekerasan material merupakan salah satu sifat mekanik yang penting dalam memilih suatu material. Pengujian kekerasan banyak dilakukan karena proses pengujian yang relatif sederhana dibandingkan dengan proses pengujian material lainnya. Pengukuran kekerasan dengan brinell hardness tester secara umum dapat dilakukan dengan dua metode yaitu:

- a. Metode Dinamis (Dynamical Methode)

Karakteristik dari Metode Dinamis adalah :



- (1) Pembebanan terjadi dengan tiba-tiba.
- (2) Waktu penetrasinya singkat (Short penetration time).
- (3) Ketelitian rendah (Low Accuracy).
- (4) Pengujian dilakukan dengan cepat.

Jenis pengujian kekerasan yang menggunakan metode ini antara lain :

Shore scleroscope, Herbert, Hammer Poldi, dsb.

#### b. Metode Statis (Statical Methode)

Karakteristik dari Metode Statis adalah :

1. Pembebanan terjadi secara perlahan-lahan dengan beban tertentu.
2. Waktu penetrasinya panjang (Long penetration time).
3. Ketelitian tinggi (High accuracy)
4. Pengujian lebih lambat dari metode dinamis.

#### 2.5.4. Uji Kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujursangkar. Besar sudut antar permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$ . Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell. Angka kekerasan vickers didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VH = 2P \sin(\Theta/2)/d^2 = (1.854)P / d^2 \dots\dots\dots 2$$

dengan:

P = beban yang digunakan (kg)

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

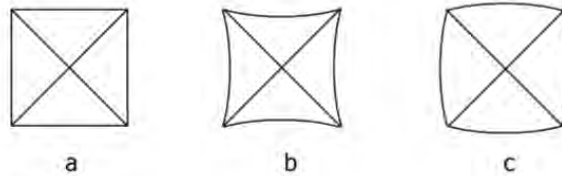
$\theta$  = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136

Hasil pengujian kekerasan vickers ini tergantung pada besarnya gaya tekan (tidak seperti pada brinell), dengan gaya tekan yang berbeda akan menunjukkan hasil yang sama untuk bahan yang sama. Dengan demikian juga pengujian kekerasan vickers dapat digunakan untuk mengukur kekerasan bahan mulai dari yang sangat lunak (5HV) sampai yang sangat keras (1500 HV) tanpa perlu mengganti gaya tekan.

Karena jejak yang dibuat dengan penekan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukurannya, maka VHN tidak tergantung kepada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji vickers berkisar antara 1 hingga 120 kg. tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Hal-hal yang menghalangi keuntungan pemakaian metode vickers adalah:

1. Uji ini tidak dapat digunakan untuk pengujian rutin karena pengujian ini sangat lamban.
2. Memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati-hati.

3. Terdapat pengaruh kesalahan manusia yang besar pada penentuan panjang diagonal.



Gambar 2.9 Tipe-tipe lekukan piramida intan:

(a) lekukan yang sempurna,

(b) lekukan bantal jarum,

(c) lekukan berbetuk tong

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penekan piramida intan harus berbentuk bujur sangkar (gambar 9a). Lekukan bantal jarum (gambar 9b) adalah akibat terjadinya penurunan logam di sekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terjadi pada logam-logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan. Lekukan berbentuk tong (gambar 9c) akibat penimbunan ke atas logam-logam di sekitar permukaan penekan terdapat pada logam-logam yang mengalami proses pengerjaan dingin.

### 2.5.5. Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian rockwell mirip dengan pengujian brinell, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang

digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indenter dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat. Indenter atau “penetrator” dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut “brale”). Diameter bola baja umumnya  $1/16$  inchi, tetapi terdapat juga indenter dengan diameter lebih besar, yaitu  $1/8$ ,  $1/4$ , atau  $1/2$  inchi untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indenter bola baja dan 150 kg untuk indenter brale. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indenter sesuai kondisi pengujian. Karena pada pengujian rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indenter yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon medium dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). Range kekerasannya dari 0–100. Bila indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indenter dapat terdefomasi dan berubah bentuk. Selain itu, karena bentuknya, bola baja tidak sensitif brale untuk membedakan kekerasan bahan-bahan yang keras. Tetapi jika indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang

lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indentor mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indentor dapat rusak.

Tabel 2.1 Skala kekerasan Rockwell dan huruf awalannya

Simbol skala dan huruf awalan	Indentor	Beban penekanan (kg)	Warna dial
B C	Kelompok 1: Bola baja $\frac{1}{16}$ -inci	100	Merah
	Brale	150	Hitam
A D E F G H K	Kelompok 2: Brale	60	Hitam
	Brale	100	Hitam
	Bola baja $\frac{1}{8}$ -inci	100	Merah
	Bola baja $\frac{1}{16}$ -inci	60	Merah
	Bola baja $\frac{1}{16}$ -inci	150	Merah
	Bola baja $\frac{1}{8}$ -inci	60	Merah
	Bola baja $\frac{1}{8}$ -inci	150	Merah
L M P R S V	Kelompok 3: Bola baja $\frac{1}{4}$ -inci	60	Merah
	Bola baja $\frac{1}{4}$ -inci	100	Merah
	Bola baja $\frac{1}{4}$ -inci	150	Merah
	Bola baja $\frac{1}{2}$ -inci	60	Merah
	Bola baja $\frac{1}{2}$ -inci	100	Merah
	Bola baja $\frac{1}{2}$ -inci	150	Merah

Dalam metode *Rockwell* ini terdapat dua macam indentor yang ukurannya bervariasi, yaitu :

1. Kerucut intan dengan besar sudut  $120^\circ$  dan disebut sebagai *Rockwell Cone*.
2. Bola baja dengan berbagai ukuran dan disebut sebagai *Rockwell Ball*.

Untuk cara pemakaian skala ini, kita terlebih dahulu menentukan dan memilih ketentuan angka kekerasan maksimum yang boleh digunakan oleh skala tertentu. Jika pada skala tertentu tidak tercapai angka kekerasan yang akurasi, maka kita dapat menentukan skala lain yang dapat menunjukkan angka kekerasan yang jelas. Berdasarkan rumus tertentu, skala ini memiliki

standar atau acuan, dimana acuan dalam menentukan dan memilih skala kekerasan dapat diketahui melalui tabel sebagai berikut :

Tabel 2.2 pemakaian skala kekerasan rockwell

Skala	Pemakaiannya
A	Untuk <i>carbide cementite</i> , baja tipis, dan baja dengan lapisan keras yang tipis
B	Untuk paduan tembaga, baja lunak, paduan aluminium, dan besi tempa
C	Untuk baja, besi tuang keras, besi tempa peritik, titanium, baja dengan lapisan keras yang dalam, dan bahan-bahan lain yang lebih keras daripada skala B-100
D	Untuk baja tipis, baja dengan lapisan keras yang sedang, dan besi tempa peritik
E	Untuk besi tuang, paduan aluminium, magnesium, dan logam-logam bantalan
F	Untuk paduan tembaga yang dilunakkan dan pelat lunak yang tipis
G	Untuk besi tempa, paduan tembaga, nikel-seng, dan tembaga-nikel
H	Untuk aluminium, seng, dan timbal
K	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
L	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
M	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
P	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
R	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
S	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
V	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis

Dalam proses pengujian kekerasan metode Rockwell diberikan dua tahap pada proses pembebanan. Tahap Beban Minor dan Beban Mayor. Beban minor besarnya maksimal 10 kg sedangkan beban mayor bergantung pada skala kekerasan yang digunakan.

#### a. Cara pengujian kekerasan *Rockwell*

Cara *Rockwell* ini berdasarkan pada penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor, maka yang akan dijadikan dasar perhitungan untuk nilai kekerasan Rockwell bukanlah hasil pengukuran diameter atau diagonal bekas lekukan,

tetapi justru dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu. Inilah perbedaan metode *Rockwell* dibandingkan dengan metode pengujian kekerasan lainnya. Pengujian *Rockwell* yang umumnya dipakai ada tiga jenis, yaitu HRA,HRB,dan HRC. HR itu sendiri merupakan suatu singkatan.kekerasan *Rockwell* atau *Rockwell Hardness Number* dan kadang-kadang disingkat dengan huruf R saja.

#### **b. Penggunaan mesin uji kekerasan *Rockwell***

Penguji harus memasang indenter terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indenter bola baja atau kerucut intan. Setelah indenter terpasang, penguji meletakkan *specimen* yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyetel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan. Untuk mengetahui nilai kekerasannya, penguji dapat melihat pada jarum yang terpasang pada alat ukur berupa dial *indicator pointer*.

Kesalahan dalam pengujian kekerasan disebabkan beberapa faktor yaitu :

1. Mesin Uji Rockwell
2. Operator
3. Benda Uji

Pengujian Kekerasan benda dengan metode Rockwell memiliki beberapa kelebihan antara lain :

1. Dapat digunakan untuk bahan yang sangat keras.
2. Dapat dipakai untuk batu gerinda sampai plastik.
3. Cocok untuk semua material yang keras dan lunak.

Untuk menghitung nilai kekerasan dengan metode pengujian Rockwell dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$HR = E - (e/0.002) \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

- e = Nilai kedalaman penetrasi yang diberikan beban utam (F1) dengan satuan 0,002 mm
- E = jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line yang untuk tiap jenis indenter
- HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

**c. Kedalaman penetrasi uji kekerasan Rockwell**

Yang dimaksud kedalaman penetrasi ialah kedalaman indenter cone mampu menekan material saat pengujian kekerasan.

Kedalaman penetrasi ini dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$e = 0.002 \times (E - HR) \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

- e = Nilai kedalaman penetrasi yang diberikan beban utam (F1) dengan satuan 0,002 mm
- E = jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line



yang untuk tiap jenis indentor

HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

## 2.6. Kekasaran Permukaan

Permukaan benda adalah batas yang memisahkan antara benda padat tersebut dengan sekelilingnya. Konfigurasi permukaan merupakan suatu karakteristik geometri golongan mikrogeometri, yang termasuk golongan makrogeometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik, misalnya permukaan lubang, permukaan poros, permukaan sisi dan lain-lain yang tercakup pada elemen geometri ukuran, bentuk dan posisi.

Kekasaran permukaan dibedakan menjadi dua bentuk, diantaranya :

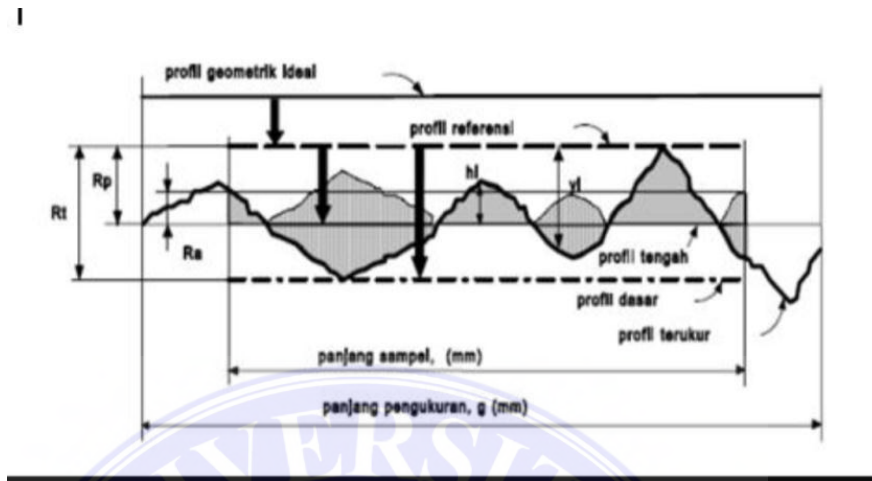
1. Ideal Surface Roughness

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

2. Natural Surface Roughness

Yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam proses permesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi proses permesinan diantaranya :

- a. Keahlian operator,
- b. Getaran yang terjadi pada mesin,
- c. Ketidakteraturan feed mekanisme,
- d. Adanya cacat pada material,



Gambar 2.10 Profil kekasaran permukaan

Berdasarkan profil kurva kekasaran di atas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, diantaranya adalah :

- Profil geometrik ideal Merupakan permukaan yang sempurna dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
- Profil terukur (measured profil) Profil terukur merupakan profil permukaan terukur.
- Profil referensi Merupakan profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ketidakteraturan konfigurasi permukaan.
- Profil akar/alas Yaitu profil referensi yang digeserkan ke bawah sehingga menyinggung titik terendah profil terukur.
- Profil tengah Profil tengah adalah profil yang digeserkan ke bawah sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagi daerah-daerah diatas profil tengah sampai profil terukur adalah sama dengan jumlah luas daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.

Berdasarkan profil-profil di gambar 9 di atas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah melintang.

Untuk dimensi arah tegak dikenal beberapa parameter, yaitu:

- a. Kekasaran total (*peak to valley height/total height*),  $R_t(\mu m)$  adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas
- b. Kekasaran perataan (*depth of surface smoothness/peak to mean line*),  $R_p (\mu m)$  adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur
- c. Kekasaran rata-rata aritmetik (*mean roughness index/center line average, CLA*)
- d.  $R_a (\mu m)$  adalah harga rata-rata aritmetik dibagi harga absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l h_i^2 dx \quad (\mu m)$$

Parameter kekasaran yang biasa dipakai dalam proses produksi untuk mengukur kekasaran permukaan benda adalah kekasaran rata-rata ( $R_a$ ). Harga  $R_a$  lebih sensitif terhadap perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan. Toleransi harga  $R_a$ , seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros) harga kekasaran rata-rata aritmetis  $R_a$  juga mempunyai harga toleransi kekasaran.

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses pemesinan akan mengalami kekasaran permukaan. Yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Definisi ini

digunakan untuk menentukan harga rata-rata dari kekasaran permukaan. Dalam dunia industri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut. Nilai kekasaran permukaan memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda, nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO dimana yang paling kecil adalah N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra)  $0,025\mu\text{m}$  dan yang paling tinggi N12 yang nilai kekasarannya  $50\mu\text{m}$ .

Pengujian kekasaran permukaan dalam penelitian ini menggunakan alat uji kekasaran (Roughness tester) Mitutoyo SurfTest 402. Dengan menggunakan alat ini, persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kekasaran permukaan material adalah

$$Ra = PRF - PSS + PPS$$

Dimana,

$$Ra = \text{Nilai kekasaran rata-rata } (u_m)$$

$$PRF = \text{Presision Refrensi Specimen } (u_m)$$

$$PSS = \text{Pengukuran Sampel Standard } (u_m)$$

$$PPS = \text{nilai Pengujian permukaan Spesimen pada layar } (u_m)$$

### 2.6.1 Permukaan

Permukaan adalah suatu titik yang membatasi antara sebuah benda padat dengan lingkungan sekitarnya. Jika ditinjau dengan skala kecil pada dasarnya konfigurasi permukaan sebuah produk juga merupakan suatu karakteristik geometrik yang dalam hal ini termasuk golongan mikro geometri. Permukaan produk yang secara keseluruhan membuat rupa atau bentuk adalah termasuk golongan

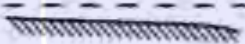

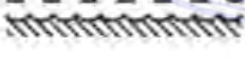

makrogeometri. Sebagai contoh yang termasuk dalam golongan makro geometri adalah poros, lubang, sisi dan sebagainya. Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin/peralatan. Hal ini karena karakteristik permukaan dari sebuah komponen mesin sangat erat kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan dan sebagainya. Maka dalam proses pembuatan sebuah komponen karakteristik permukaan yang dikehendaki harus dapat dipenuhi. Seperti halnya pada toleransi ukuran, bentuk, dan posisi, karakteristik permukaan harus dapat diterjemahkan kedalam gambar teknik supaya kemauan perancang dapat dipenuhi. Oleh sebab itu, orang berusaha membuat berbagai definisi atas berbagai parameter guna menandai/mengidentifikasi konfigurasi suatu permukaan. Dinamakan parameter sebab definisi tersebut harus bisa diukur dengan besaran/unit tertentu yang mungkin harus dilakukan dengan memakai alat ukur khusus yang dirancang untuk keperluan tersebut.

### 2.6.2 Permukaan dan Profil

Karena ketidak sempurnaan alat ukur dan cara pengukuran maupun cara evaluasi hasil pengukuran maka suatu permukaan sesungguhnya (*real surface*) tidaklah dapat dibuat tiruan/ duplikatnya secara sempurna. Tiruan permukaan hasil pengukuran hanya bisa mendekati bentuk/konfigurasi permukaan sesungguhnya dengan kata lain dapat disebut permukaan terukur (*measured surface*). Karena dalam pembuatan sebuah komponen dapat terjadi penyimpangan, maka permukaan geometri ideal (*geometrically ideal surface*), yaitu permukaan yang dianggap mempunyai bentuk yang sempurna tidak lah dapat dibuat. Dalam prakteknya, seorang perancang

akan menuliskan syarat permukaan pada gambar teknik. Suatu permukaan yang disyaratkan pada gambar teknik ini disebut sebagai permukaan nominal (*nominal surface*). Karena kesulitan dalam mengukur dan menyatakan besaran yang diukur dari suatu permukaan secara tiga dimensi maka dilakukan pembatasan. Permukaan hanya dipandang sebagai penampang permukaan yang dipotong (yang ditinjau relative terhadap permukaan dengan *geometric ideal*) secara tegak lurus (*normal*), serong (*oblique*) atau singgung (*tangensial*). Ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan bila ditinjau dari profilnya dapat diuraikan menjadi beberapa tingkat, seperti yang dapat dilihat pada tabel

tabel 2. 3 ketidak teraturan suatu profil

<p>Tingkat pertama,</p> 	<p>adalah tingkat yang menunjukkan adanya kesalahan bentuk (<i>form error</i>) seperti tampak pada gambar disamping. Faktor penyebabnya antara lain karena lenturan dari mesin perkakas dan benda kerja, kesalahan pada pengecaman benda kerja, pengaruh proses pengerasan (<i>hardening</i>).</p>
<p>Tingkat kedua,</p> 	<p>adalah profil permukaan yang berbentuk gelombang. Penyebabnya antara lain karena adanya kesalahan bentuk pada pisau (pahat) potong, posisi senter yang kurang tepat, adanya getaran pada waktu proses pemotongan.</p>
<p>Tingkat ketiga,</p> 	<p>adalah profil permukaan yang berbentuk alur (<i>grooves</i>). Penyebabnya antara lain karena adanya bekas-bekas proses pemotongan akibat bentuk pisau potong yang salah atau gerak pemakanan yang kurang tepat (<i>feed</i>).</p>
<p>Tingkat keempat,</p> 	<p>adalah profil permukaan yang berbentuk serpihan (<i>flakes</i>). Penyebabnya antara lain karena adanya tatal (beram) pada proses pengerjaan, pengaruh proses electroplating.</p>

Permukaan merupakan suatu titik yang memisahkan antara suatu benda dengan sekelilingnya. Bentuk dari permukaan suatu benda memegang peranan penting dalam melakukan perancangan sebuah benda. Karena permukaan suatu benda

berkaitan dengan gesekan, keausan, pelumasan dan lain sebagainya. Dalam merancang sebuah benda salah satu hal penting yang juga perlu di perhatikan adalah kekasaran permukaannya,. Kekasaran permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil atau halus, tetapi terkadang sebuah produk memerlukan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya. Namun terkadang dalam praktek di lapangan, di dapati nilai kekasaran permukaan dari sebuah produk tidak sesuai dengan yang di harapkan. Hal-hal yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan sebuah produk tidak sesuai dengan yang di harapkan, di karenakan oleh beberapa faktor seperti, pemilihan mata pahat yang kurang tepat atau pahat yang digunakan sudah aus sehingga berpengaruh pada kemampuan pahat tersebut untuk memotong. Selain itu, kesalahan proses atau tahapan yang dilakukan dalam proses pemesinan untuk membentuk atau membuat sebuah produk juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan sebuah benda. Tingkat pertama merupakan ketidak teraturan makro geometri. Tingkat kedua yang disebut dengan gelombang (*Vaviness*) merupakan ketidak teraturan yang periodic dengan panjang gelombang yang jelas lebih besar dari kedalamannya (amplitudonya). Tingkat ketiga atau alur (*grooves*) serta tingkat keempat yang disebut dengan serpihan (*Flakes*). Kedua-duanya lebih dikenal dengan kekasaran (*roughness*). Dalam banyak hal ke empat tingkatan ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan jarang ditemukan secara terpisah/ tersendiri melainkan kombinasi beberapa tingkat ketidak teraturan tersebut.

### 2.6.3 Parameter kekasaran permukaan

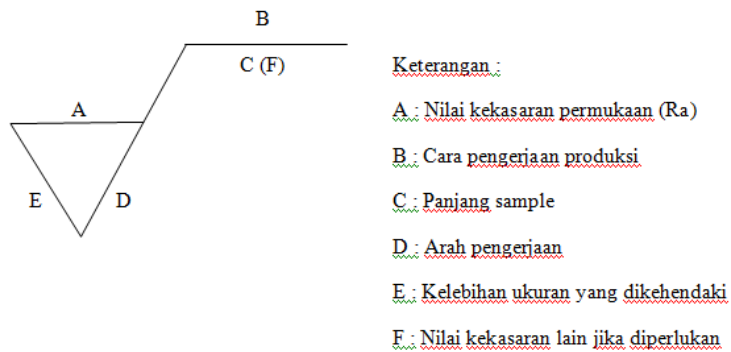
Untuk memproduksi profil suatu permukaan, sensor/ peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian panjang pengukuran yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel. Pada tabel 1 ditunjukkan bentuk profil sesungguhnya dengan beberapa keterangan lain seperti :

1. Profil *geometric* ideal adalah garis permukaan sempurna yang dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
2. Profil terukur adalah garis permukaan yang terukur.
3. Profil referensi/ puncak/ acuan merupakan garis yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ketidak teraturan bentuk permukaan.
4. Profil alas adalah garis yang berada dibawah yang menyinggung terendah.
5. Profil tengah merupakan garis yang berada ditengah-tengah antara puncak tertinggi dan lembah terdalam.

### 2.6.4 Penulisan Kekasaran Permukaan Pada Gambar Teknik

Pada gambar teknik kekasaran permukaan biasanya dilambangkan dengan simbol yang berupa segitiga sama sisi dengan salah satu ujungnya menempel pada permukaan. Pada segitiga ini juga terdapat beberapa angka dan symbol yang memiliki beberapa arti yang terlihat pada Gambar 11





gambar 2. 11 Lambang kekasaran permukaan

Angka yang ada pada symbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (Ra). Nilai Ra telah dikelompokan menjadi 12 kelas kekasaran sebagaimana terlihat pada Tabel dibawah ini.

tabel 2. 4 Angka Kekasaran Permukaan

Kelas Kekasaran	Harga Ra ( $\mu\text{m}$ )	Toleransi ( $\mu\text{m}$ ) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	0,025	0,02 – 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 – 0,08	0,25
N3	0,1	0,08 – 0,15	
N4	0,2	0,15 – 0,03	
N5	0,4	0,03 – 0,06	0,8
N6	0,8	0,6 – 1,2	
N7	1,6	1,2 – 2,4	
N8	3,2	2,4 – 4,8	
N9	6,3	4,8 – 9,6	2,5
N10	12,5	9,6 – 18,75	
N11	25	18,5 – 37,5	8
N12	50	37,5 – 75,0	

### 2.6.5 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *sureface roughness tester type TR200*, alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur kekasaran permukaan dengan standar ISO. Bebarapa data yang dapat di tunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran permukaannya. Alat ukur kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 11



gambar 2. 12 Alat ukur kekasaran permukaan

Cara kerja dari alat ukur kekasaran permukaan ini adalah dengan meletakkan sensor yang dipasangkan pada alat tersebut, selanjutnya sejajarkan alat ukur permukaan tersebut dengan bidang material yang akan di uji. Pada saat pengerjaanya, alat ukur ini tidak boleh bergerak karena akan mengganggu sensor dalam membaca kekasaran dari permukaan material tersebut.

## 2.7. Laju Pembuang Geram ( MRR)

Yang dimaksud dengan laju pembuangan geram/Material Removal Rate (MRR) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu, meter/menit atau feet/ menit[7]. Pada mesin konvensional, proses pemakanan (feeding process) atau proses pemahatan masih berkontak langsung dengan benda kerja, seperti: mesin bubut, milling, drilling dan sebagainya. Pada mesin-mesin non-konvensional, feeding process tidak melakukan kontak secara langsung dengan benda kerja, seperti:WEDM (Wirecut Electrical Discharge Machining).

Untuk menghitung Laju pembuangan geram (MRR) Pada mesin wire cut EDM adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MRR = 4 \times 10^4 I T_w^{-1.23}$$

Dimana MRR = Laju pembuangan geram/Material Removeble Rate (mm<sup>3</sup>/min)

I = Kuat Arus (A)

T<sub>w</sub> = Titik lebur Material

## 2.8. struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi.Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop.Mikroskop yang dapat digunakan yaitu mikroskop optik dan mikroskop elektron.Sebelum dilihat dengan mikroskop, permukaan logam harus

dibersihkan terlebih dahulu, kemudian reaksikan dengan reagen kimia untuk mempermudah pengamatan. Proses ini dinamakan etching.

Untuk mengetahui sifat dari suatu logam, kita dapat melihat struktur mikronya. Setiap logam dengan jenis berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda. Dengan melalui diagram fasa, kita dapat meramalkan struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi dan temperatur tertentu. Dan dari struktur mikro kita dapat melihat :

- a. Ukuran dan bentuk butir
- b. Distribusi fasa yang terdapat dalam material khususnya logam
- c. Pengotor yang terdapat dalam material

Dari struktur mikro kita juga dapat memprediksi sifat mekanik dari suatu material sesuai dengan yang kita inginkan.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Eksperimen dilaksanakan guna memperoleh data tentang pengaruh parameter pemotongan wire cut EDM terhadap kekerasan permukaan benda hasil potong.

#### 3.1. Waktu dan tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut

Tabel 3.1 waktu dan tempat penelitian

	Waktu	Tempat	Kegiatan
1	1-2 Agustus 2019	PT.EVERBRIGHT Jln.binjai km 9.2 sunggal,deliserdang	Pemotongan baja assab dengan mesin wirecut EDM CUT 30 P
2	10-12 September 2019	PTKI Medan	Pengujian kekerasan , kekasaran permukaan dan pengujian struktur mikro

### 3.2 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan terlebih dahulu proses pemotongan specimen baja assab xw-5. setelah selesai diotong, spesimen kemudian dibawa keruang uji kekerasan material yang berada di PT.Everbright.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah:

1. Proses pemotongan baja xw-5
2. Pengujian Kekerasan baja xw-5
3. Pengujian kekasaran permukaan baja xw-5
4. Pengujian struktur mikro

### 3.3. proses pemotongan Baja Assab xw-5

Proses pemotongan specimen baja assab xw-5 ialah menggunakan mesin wirecut Electrical Discharge Machine(WEDM) di PT.EVERBRIGHT BATTERY factory.pemotongan dilakukan sebanyak 5 kali dengan parameter pemotongan yang berbeda.

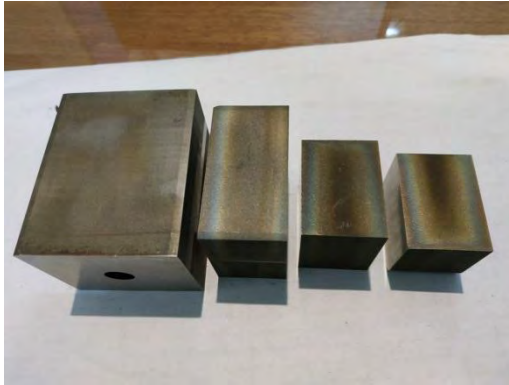
#### 3.3.1. Persiapan Spesimen

Spesimen yang digunakan dalam proses pemotongan adalah baja assab xw-5 Dengan dimensi:

1.61mm x 49mm x 43mm.

2.26mm x 44mm x 48mm

3.26mm x 35mm x 34.5mm

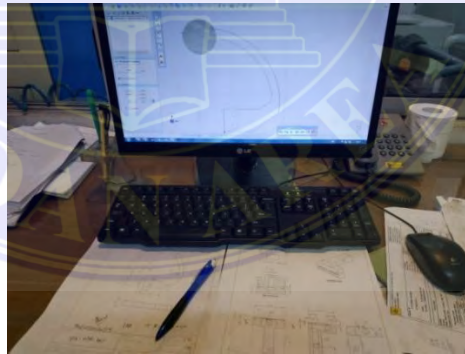


Gambar 3.1 Baja sebagai bahan uji pemotongan

### 3.3.2 Persiapan Alat

Adapun beberapa alat yang digunakan dalam pemotongan baja assab XW-5 adalah sebagai berikut:

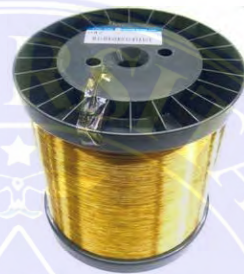
1. Komputer



Gambar 3.2 Komputer pemograman pemotongan .

## 2. Kawat pemotong diameter 0.25 mm

Elektrode atau tools yang digunakan untuk proses pemotongan juga harus dapat menghantarkan arus listrik. Elektrode yang biasa digunakan untuk proses Erosi adalah : Copper, Brass, Graphit, Zink coated, Copper coated dll. Dan dalam penelitian ini, kawat pemotong yang digunakan terbuat dari brass.



Gambar 3.3 Kawat pemotong diameter 0.25 untuk memotong benda kerja

## 3. Mesin wirecut EDM tipe Agie charmilles CUT 30 P



Gambar 3.4 Mesin wirecut EDM pemotong benda kerja



Tabel 3.2 Spesifikasi mesin wire cut EDM +GF+ Agie Charmilles CUT 30 p

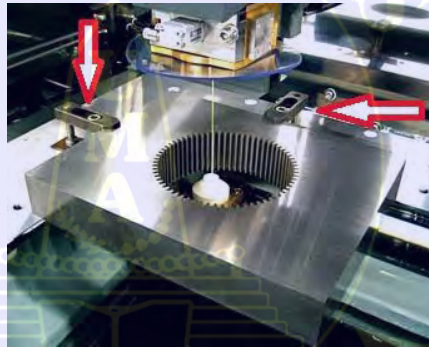
<b>Mechanical Tubuh</b>	<b>Satuan</b>	<b>Cut 30 p</b>
Dimensi mesin	Mm	3100x2800x3225
Berat Mesin(Tanpa dielectric)	Kg	5000
<b>Area Kerja</b>		
Max. di dalam dimensi (*)	Mm	1260x945x675
ukuran benda kerja maksimum	Mm	1050x800x350
berat benda kerja maksimum	Mm	1000
ukuran meja	Mm	950x630
sudut tangki pintu	°	180
jarak antara permukaan meja dan lantai	Mm	1060
<b>Kawat drive system</b>		
panduan kawat diameter	Mm	0.15/0.20/0.25/0.30
Spool berat	Kg	25
kawat ketegangan	N	3 ~ 30
kawat kecepatan	mm/s	30 ~ 330
kawat threading		otomatis (Standar)
<b>dielektrik satuan</b>		
kapasitas tangki air bersih	Liter	230
kapasitas tangki air kotor	Liter	970
Filter cartridge		2
Filter cartridge (Tinggi/diameter)	Mm	450x340
kapasitas botol deionizing	Liter	20
<b>Generator</b>		
maksimum saat ini	A	35
terbaik kekasaran Ra	Mm	< 0.25

#### 4. Kunci L



Gambar 3.5 Kunci L merek TERIKO untuk mengikat benda kerja

5. Benda pengikat baja assab xw-5



Gambar 3.6 Benda pengikat benda kerja

6. Jangka sorong

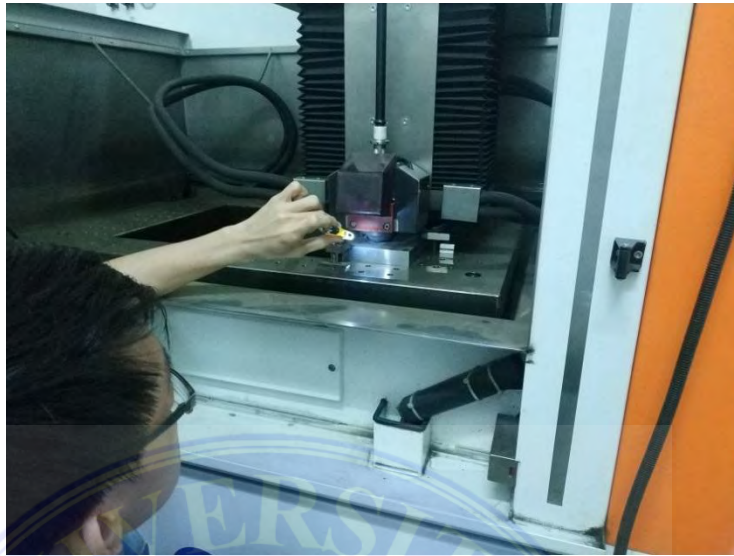


Gambar 3.7 Jangka sorong untuk mengukur benda kerja

### 3.3.3. Pemotongan Baja Assab xw-5

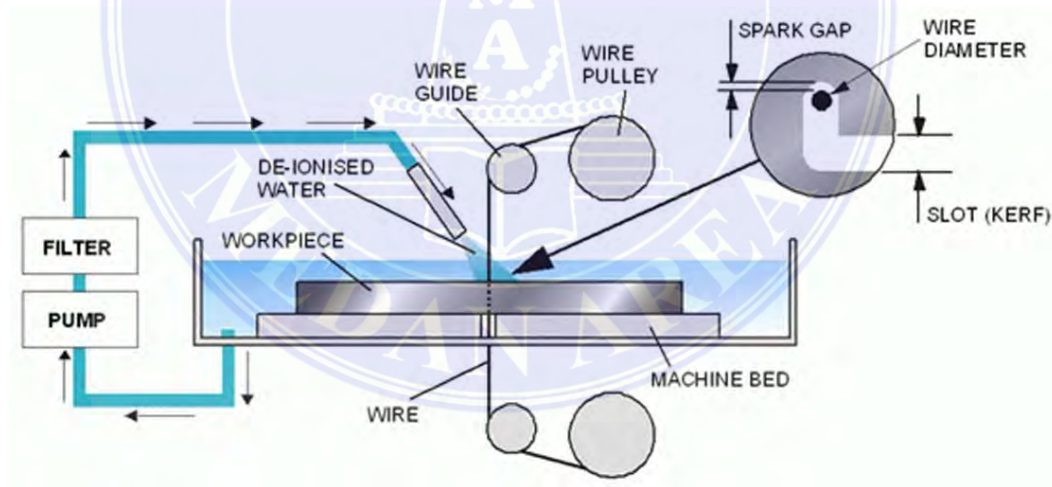
Adapun prosedur yang dilakukan untuk pemotongan baja Assab XW-5 dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat program dan simulasi pemotongan dengan cara menggambar benda kerja dengan dimensi yang sebenarnya di komputer yang terhubung dengan mesin wirecut 30 P
2. Mempersiapkan material baja assab sesuai dengan dimenensi yang dibutuhkan
3. Baja assab kemudian diikat menggunakan baut.hal ini bertujuan agar benda kerja tidak bergeser saat dilakukan pemotongan.
4. Mengatur parameter pemotongan berupa kecepatan kawat,kuat arus dan ketegangan kawat.
5. Mengisi cairan Dielectrik kurang lebih 20 mm meter melebihi ringgi benda kerja.
6. Memulai pemotongan dengan mesin wirecut EDM CUT 30 P



Gambar 3.8 Letak baja assab di mesin wirecut sebelum dipotong

### 3.3.4. Ilustrasi pemotongan Baja Assab xw-5 di mesin wirecut



Gambar 3.9 Ilustrasi pemotongan Baja

Pada proses pemotongan,specimen berada di dalam tangk kerja berisi air dielectric,kemudian dilakukan pemotongann sebanyak 5 kali dengan parameter yang berbeda,

Tabel 3.3 Parameter Pemotongan Wirecut EDM yang digunakan dalam pemotongan

Urutan pemotongan	PARAMETER PEMOTONGAN		
	Kuat Arus (A)	Kecepatan Kawat (mm/s)	Tegangan kawat FW(N)
I	4	30	20
II	14	120	18
III	18	240	17
IV	19	270	16
V	21	300	14

### 3.4. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada specimen baja assab xw-5 setelah proses pemotongan wirecut EDM meliputi uji kekerasan, uji kekerasan permukaan specimen sebelum dan sesudah dipotong.

#### 3.4.1. Pengujian Kekerasan

Pengujian ini dilakukan ruang uji kekerasan material di PT.Everbright dengan menggunakan alat uji Rockwell Hardness Tester

##### 3.4.1.1 Alat Uji kekerasan

Alat uji kekerasan yang digunakan adalah Rockwell Hardness tester. Alat ini digunakan untuk menguji kekerasan (hardness) dari material Baja Assab xw-5 yang telah melewati proses pengerasan di dapur sepu PT.everbright dengan nilai kekerasan 58 HrC. Mesin uji kekerasan dapat dilihat pada gambar 18.spesifikasi dari mesin uji kekerasan adalah sebagai berikut:

Type : IMAI SEIKI (TOKYO)  
Indentor : 120° diamond cone  
Beban : 150 kgf  
Scala : C/HRC



Gambar 3.10 Mesin Hardnes tester Rockwell IMAI SEIKI

#### 3.4.1.2. Persiapan Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian kekerasan, spesimen yang telah melewati Pengerasan dan pemotongan dibersihkan dan diratakan permukanya terlebih dahulu dengan mesin poles dan kertas pasir.

#### 3.4.1.3. Prosedur pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan Rockwell. adapun prosedur pengujian kekerasan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan semua peralatan dan bahan yang akan diuji
2. Salah satu spesimen yang akan diuji dibersihkan dan diratakan menggunakan kertas pasir, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan karat jika ada.
3. Pada spesimen yang telah dibersihkan diberi tanda atau titik dengan menggunakan spidol atau stipeks atau penanda lain sebanyak 5 titik.
4. Spesimen diletakkan pada landasan yang ada pada mesin Rockwell hardness tester
5. Bola baja yang digunakan sebagai indenter diset pada titik yang akan diuji dengan kondisi bersinggungan (bola baja menyentuh spesimen tepat dititik yang ditandai).
6. Kemudian diberi beban dengan menggunakan handle hingga mencapai 150 kg dan ditahan kira-kira 15-20 detik.
7. Setelah itu dibuka katup pembuang dengan pelan
8. Selanjutnya diukur jejak identitas dengan menggunakan teropong pengukur lalu hasil pengukuran tersebut dicatat.
9. Diulangi langkah nomor 4 sampai 8 untuk menguji 4 titik yang lainnya (yang telah ditandai)

### 3.4.2. Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran permukaan dalam penelitian ini dilakukan di Politrknik Teknik Kimia Industri (PTKI) medan dengan menggunakan alat uji kekasaran (Roughnes tester).

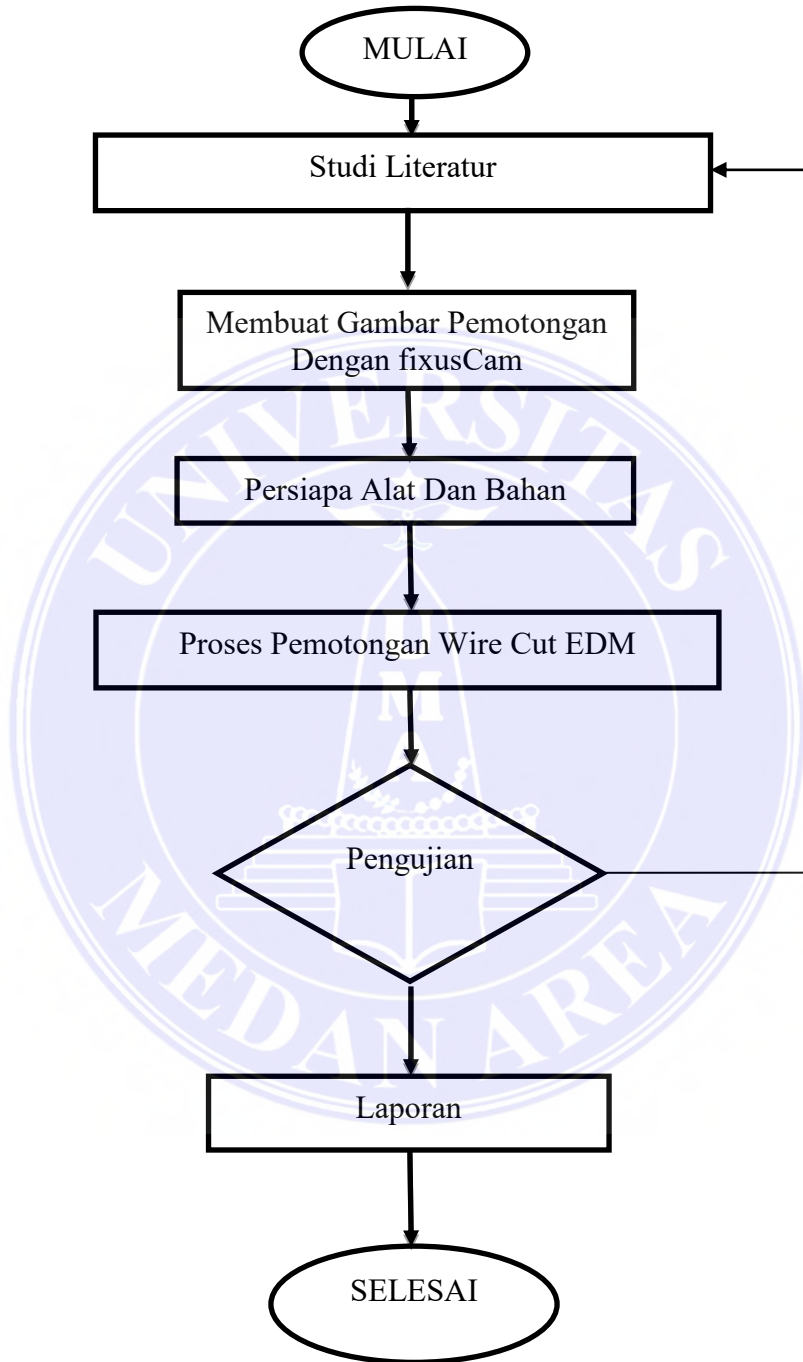
#### 3.4.2.1 Prosedur pengujian kekasaran

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan, diperlukan beberapa tahap proses pengukuran yaitu:

1. Memberi tanda pada titik ukur benda kerja
2. Memasang sensor alat ukur kekasaran pada *chasing*
3. Mengukur kekasaran permukaan dengan menempelkan ujung sensor pada titik yang akan diukur. nilai kekasaran permukaannya akan muncul pada layar alat ukur.
4. Catat komponen kekasaran permukaan seperti nilai Ra, Rp dan Rt yang tertera pada layar.



### 3.5. Diagram Alir Penelitian



# BAB V

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah:

1. Semakin Besar kuat arus yang digunakan dalam pemotongan baja xw-5 di mesin wirecut EDM, maka nilai kekerasan permukaan hasil potong juga akan meningkat
2. Semakin Besar kuat Arus yang digunakan dalam pemotongan baja xw-5 di mesin wirecut EDM, maka nilai kekasaran permukaan hasil potong juga meningkat.
3. Semakin Besar kuat arus yang digunakan dalam pemotongan, kecepatan pemotongan (MRR) juga mningkat, namun akan berpengaruh terhadap Kepresisian pemotongan.

## 5.2. SARAN

Dari pengalaman penulis mulai dari sebelum melakukan pemotongan material sampai pengujian hasil potong,ada beberapa saran yang perlu diperhatikan bagi yang akan melakukan penelitian selanjutnya.

1. Sebelum melakukan pemotongan di mesin wirecut EDM, Material yang akan dipotong sebaiknya dilakukan pengujian kekerasan, kekasaran terhadap material tersebut. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data yang lengkap
2. Material yang akan dipotong di mesin wirecut EDM harus dibersihkan terlebih dulu dari kotoran dan minyak, agar tidak terkontaminasi dengan cairan dielectric mesin.
3. Untuk pemotongan baja xw-5 dengan dimensi yang terdapat dalam penelitian ini, kecepatan kawat yang digunakan saat pemotongan sebaiknya jangan melebihi 270 mm/min

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budyanto Sugianto, "PENGARUH KEKERASAN BAHAN TERHADAP KEPRESISIAN," *Jurnal Flywheel, Volume 7, Nomor 1, Nopember 2016*, vol. 7, November 2016.
- [2] Bobby Oedy Pramoedyo Soepangkat<sup>2</sup> Pathya<sup>1</sup>, "Optimasi Multirespon Proses Wire-EDM Menggunakan Metode Taguchi Logika Fuzzy," *JURNAL TEKNIK MESIN – ITI*, vol. 1, Februari 2017.
- [3] Anang Subardi., Daniel Setiawan Eko Edy Susanto., "Optimalisasi Kualitas Pemotongan Sudut Pada Mesin Wire Cutting Electric Discharge Machining," *Seminar Nasional inovasi dan aplikasi teknologi di industri (SENIATI)*, 2016.
- [4] Agus Hardjito, "Prngaruh pemesinan profil gigi dengan CNC wirecut terhadap kekerasan assab 7210," *Seminar Nasional Teknologi Terapan (SNTT) JTM*, 2015.
- [5] Agus Dani, "DESAIN DAN SIMULASI PEMOTONGAN WIRE CUT DIES PRESS TOOL OUTSIDE DIAMETER MICROMETER," *INFO TEKNIK*, vol. 19, pp. 29-42, Juli 2018.
- [6] Mulyadi, "Optimasi hasil proses wire-cut EDM dengan metode principal," *Optimasi hasil proses wire-cut EDM dengan metode principal*, vol. 9, 2016.
- [7] steven schuid Serope kalpakjian, *Manufacturing engineering and technology.*, (2006).