

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah cara ilmiah untuk memperoleh data dan pengetahuan untuk digunakan sebagai acuan dari penelitian. Pada bab ini membahas segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian yaitu seperti tempat penelitian, waktu saat proses penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel yang berhubungan dengan penelitian, diagram alir, dan prosedur penelitian.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : Laboratorium Material Teknik Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul  
(55183).  
Waktu : 3 - 8 Mei 2018

#### 3.3 Alat dan Bahan :

##### 3.3.1 Peralatan yang digunakan :

##### 3.3.1.1 *Electrochemical Machining portable single axis.*

*Electrochemical Machining* (ECM) adalah salah satu proses pemesinan non konvensional yang cara kerjanya menggunakan larutan elektrolit sebagai media dan dialiri oleh sumber arus listrik DC. Menggunakan prinsip Faraday yaitu ketika kedua elektroda yang direndam elektrolit, lalu *anode* (benda kerja) partikelnya akan terkikis dan berpindah pada *cathode* (*tool* elektroda), dimana benda kerja (*anode*) dihubungkan dengan sumber arus listrik searah bermuatan positif (+) dan *tool* elektroda (*cathode*) dihubungkan dengan sumber arus listrik bermuatan negatif (-). Mesin ECM ini menggunakan sistem *single axis* atau *tool* bergerak secara naik turun. *Electrochemical Machining portable single axis* ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Electrochemical Machining portable single axis.*

#### 3.3.1.2 *Power Supply Unregulated*

Terdiri dari dua jenis yaitu *power supply regulated* yaitu tegangannya tetap konstan bila dikenai beban dan *power supply unregulated* tegangannya akan berubah bila dikenai beban. Pada penelitian ini menggunakan *power supply unregulated* dikarenakan tegangan yang diberikan berubah ubah dan untuk mengetahui perubahan tegangan yang terjadi pada saat proses pemesinan. Pada gambar 3.2 menunjukkan bahwa *power supply unregulated*.



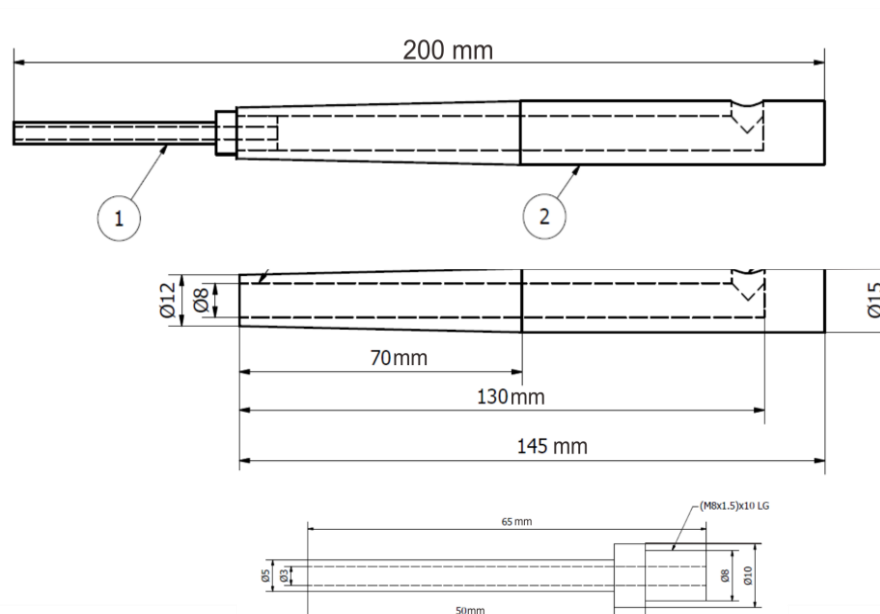
Gambar 3.2 *Power Supply arus DC yang digunakan*

### 3.3.1.3 *Tool* elektroda kuningan berlubang

*Tool* elektroda yang digunakan pada pemesinan ECM harus bersifat tahan karat dalam waktu yang lama dan bersifat konduktor. Material yang digunakan pun juga harus bersifat konduktor, tahan karat, dan mudah dalam pengerjaan pemesinan sesuai bentuk yang dibutuhkan. Pada penelitian ini menggunakan *tool* kuningan dikarenakan mempunyai sifat konduktor yang baik dan tahan terhadap karat. Penggunaan *tool* elektroda berlubang dimaksudkan untuk mengalirkan elektrolit dari dalam *tool* agar pemakanan menjadi lebih efektif dan lebih terfokus pada area pemesinan. *Tool* elektroda kuningan berlubang ditunjukkan pada gambar 3.3 dan dimensi ukurannya pada gambar 3.4.



Gambar 3.3 *Tool* elektroda kuningan berlubang



Gambar 3.4 Dimensi ukuran *tool* elektroda berlubang

#### 3.3.1.4 *Voltage Regulator*

*Voltage Regulator* berfungsi sebagai filter tegangan agar bisa diatur sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian *power supply*, IC regulator tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya output tegangan. *Voltage Regulator* yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Voltage Regulator*

#### 3.3.1.5 *Magnetic Stirrer*

*Magnetic stirrers* adalah alat laboratorium yang menggunakan putaran medan magnet untuk memutar *stir bars* atau batang pengaduk yang diletakan dalam larutan. *Stirrer* berfungsi untuk mengaduk, memanaskan dan menghomogenkan suatu larutan secara mekanik dan magnetik. Penggunaan *magnetic stirrer* ini untuk mengaduk NaCl dengan aquades digunakan sebagai cairan elektrolit untuk dilakukannya penelitian ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Magnetic Stirrer*

### 3.3.1.6 *Ampere meter*

*Ampere meter* adalah alat ukur yang dipakai untuk mengetahui besar arus dan tegangan yang dikeluarkan pada saat proses pemesinan berlangsung. *Ampere meter* yang digunakan adalah *ampere meter* dengan aliran arus DC, dengan *display* arus dan tegangan ditunjukkan pada gambar 3.7



Gambar 3.7 *Ampere meter*

### 3.3.1.7 *Timbangan digital*

Alat untuk mengukur massa benda kerja, seperti timbangan secara umumnya, tetapi menggunakan digital sebagai *display*-nya. Fungsi pada penelitian ini adalah mengukur massa benda kerja sebelum dan sesudah proses pemesinan. Timbangan *digital* ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Timbangan digital*

### 3.3.1.8 *Gelas Ukur*

Alat laboratorium yang digunakan untuk mengukur volume cairan *aquades* sebelum diaduk dengan NaCl pada *magnetic stirrer*. Bentuk dari gelas ukur umumnya berbentuk silinder dan terdapat garis penanda untuk mengetahui ukuran volume cairan. Gelas ukur ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Gelas Ukur

### 3.3.1.9 Jangka Sorong

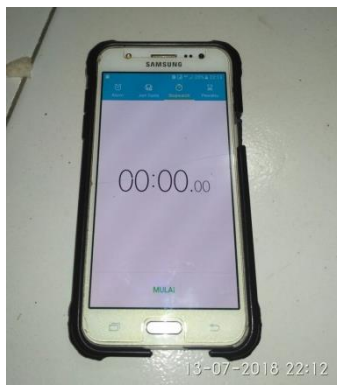
Alat yang digunakan untuk mengukur suatu benda yang memiliki tingkat ketelitian satu perseratus millimeter. Pada penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang, lebar dan ketebalan benda kerja agar benda kerja sesuai ukuran yang dibutuhkan. Jangka sorong ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Jangka Sorong

### 3.3.1.10 Stopwatch

Fungsi alat ini adalah sebagai penghitung kecepatan atau laju suatu benda. Penggunaan *stopwatch* dapat diaktifkan atau dimatikan sesuai kebutuhan yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan *stopwatch* dari *handphone* untuk mengukur waktu saat proses pemesinan hingga selesai. *Stopwatch* yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Stopwatch*

#### 3.3.1.11 Pisau *Cutter*

Alat yang digunakan untuk memotong suatu benda selain gergaji dan gerinda pada komponen perkakas. Dikarenakan benda kerja yang tipis pemotongan menggunakan pisau *cutter* untuk memotong benda kerja sebelum dilakukannya proses pemesinan. Pisau *cutter* ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Pisau *Cutter*

#### 3.3.1.12 Amplas

Sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda kerja menjadi lebih halus. Selain untuk menghaluskan benda kerja, amplas digunakan untuk membersihkan *tool* setelah proses pemesinan agar butiran NaCl tidak menempel pada saluran elektrolit. Kertas amplas yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Kertas Amplas

### 3.3.1.13 Kamera

Untuk memotret hasil setelah proses pemesinan selesai. Hasil pemotretannya meliputi hasil pemesinan beserta alat dan bahan yang digunakan dalam proses pemesinan. Dalam penelitian ini menggunakan kamera DSLR ditunjukkan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Kamera DSLR

## 3.3.2 Bahan yang digunakan :

### 3.3.2.1 Aluminium seri 1100

Aluminium adalah logam yang sangat reaktif dan mudah teroksidasi dengan oksigen dan membentuk suatu lapisan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ) dan membuat sifat aluminium menjadi tahan korosif, tetapi apabila kadar Fe, Ni dan Cu ditambahkan akan membuat sifat tahan korosifnya menurun, dikarenakan kadar alumina pada aluminium menurun. Selain mempunyai sifat tahan korosi aluminium juga bersifat ulet, mudah dalam pengerjaan pemesinan. Komposisi dari aluminium 1100 terdiri dari 1% Silikon, 1% Besi, 0.13% Tembaga, 0.05% Mangan dan 0.1% Seng. Benda kerja yang digunakan berbentuk persegi panjang dengan ukuran 85 x 35 x 0,5 mm. Jumlah benda kerja sebanyak 12 buah. Gambar



dari bahan material aluminium 1100 ditunjukkan pada gambar 3.15 dan dimensi ukuran yang digunakan pada saat pemotongan benda kerja ditunjukkan pada gambar 3.16.



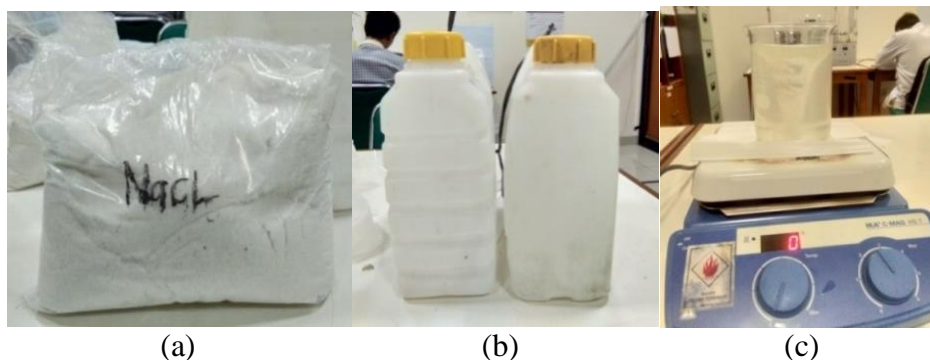
Gambar 3.15 Aluminium seri 1100



Gambar 3.16 Dimensi ukuran benda kerja

### 3.3.2.2 Cairan elektrolit

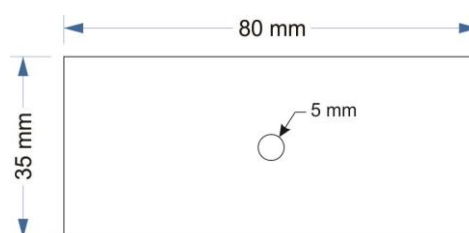
Cairan elektrolit yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran antara *aquades* dengan NaCl, kadar konsentrasinya yaitu sebesar 15%. Fungsi dari elektrolit pada mesin ECM yaitu sebagai media konduktor arus pemesinan, untuk menghilangkan sisa pemesinan, membuat kondisi *anodic dissolution*, sebagai pendingin dan sebagai media pelarut pada beram yang dihasilkan setelah proses pemesinan. Proses pembuatan elektrolit ditunjukkan pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 (a) Serbuk NaCl; (b) *Aquades*; (c) Proses pengadukan *aquades* dengan serbuk NaCl

### 3.3.2.3 Stiker *masking*

Fungsi dari stiker *masking* ini adalah sebagai isolasi untuk membentuk pola lubang yang diinginkan dan juga agar permukaan benda kerja yang tidak dilakukan proses pemesinan tidak rusak. Stiker *masking* berbahan *vynil*, dikarenakan bahan *vynil* tahan terhadap air. Pada penelitian ini stiker yang digunakan mempunyai ukuran 5 mm sebagai lubangnya yang terletak di tengah permukaan benda kerja. Pola *masking* ditunjukkan pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Bentuk pola stiker dan dimensi ukuran lubang stiker *masking*

## 3.4 Variabel Penelitian

### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel Bebas adalah variabel yang menyebabkan atau sangat mempengaruhi terjadinya suatu penelitian. Pada penelitian ini variabel bebas meliputi. Tabel variabel bebas ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Bebas Penelitian

Benda kerja di <i>masking</i>			Benda kerja tidak di <i>masking</i>		
Tegangan (V)	<i>Gap</i> (mm)	Konsentrasi Elektrolit (%)	Tegangan (V)	<i>Gap</i> (mm)	Konsentrasi Elektrolit (%)
7	0,5	15	7	0,5	15
10	0,75	15	10	0,75	15
13	1	15	13	1	15

### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh faktor dari observasi dan diukur untuk menentukan pengaruh yang muncul dalam variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikatnya antara lain MRR, ketirusan dan *overcut* dari hasil pemesinan.

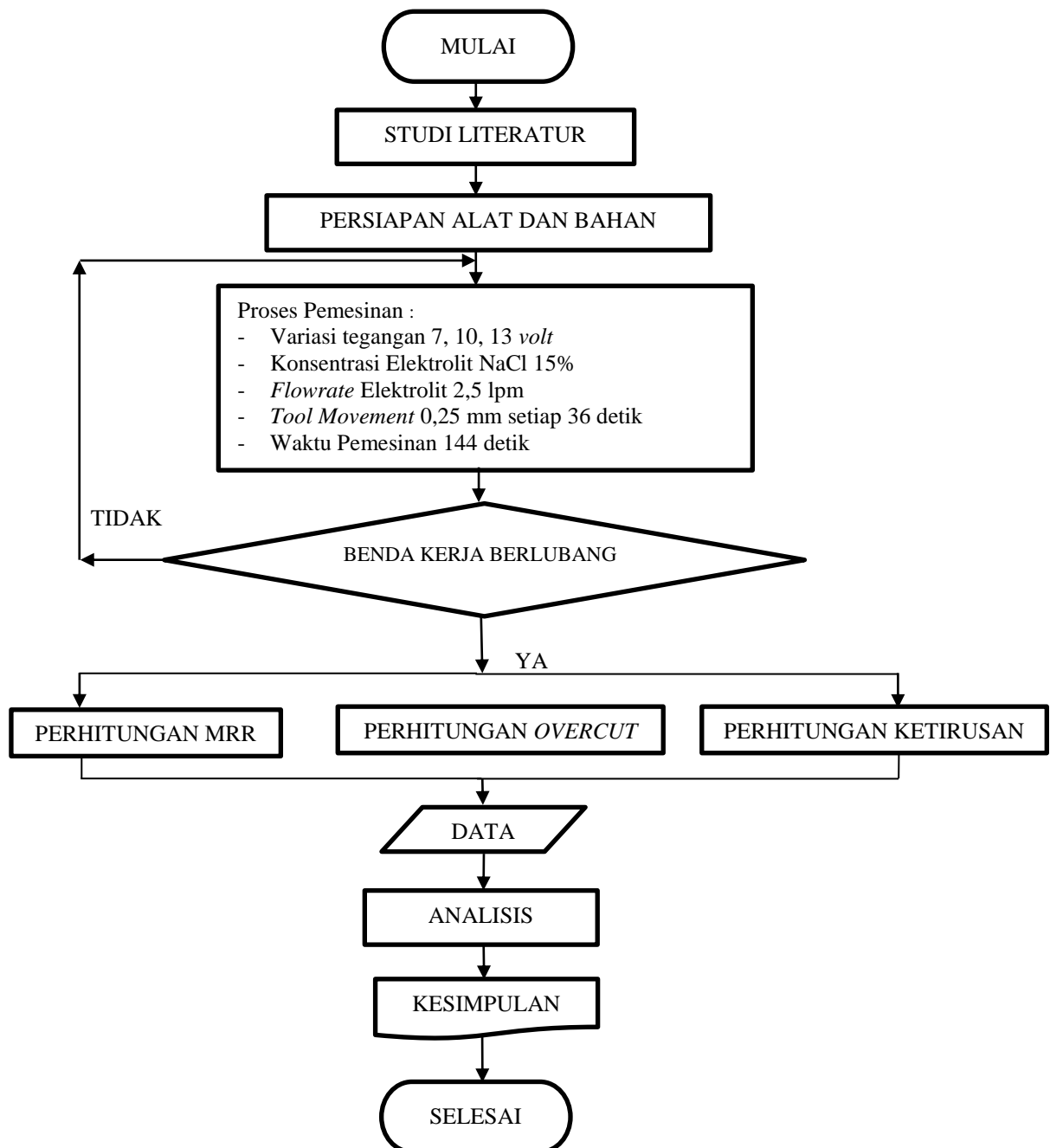
### 3.5 Langkah Penelitian

Langkah penelitian pemesinan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan mesin ECM *portable*, *voltage regulator*, *tool electrode* dan benda kerja.
- b. Menekan tombol *power* pada *power supply* lalu atur tegangan yang akan disuplai menggunakan *voltage regulator* setelah itu matikan kembali.
- c. Memasang *tool* elektroda kuningan berlubang pada *holder* mesin ECM *portabel* lalu kencangkan.
- d. Menimbang massa benda kerja sebelum pemesinan agar mengetahui massa yang akan dihitung dengan rumus MRR atau pengikisan benda kerja.
- e. Memasang benda kerja pada ragum yang ada pada mesin ECM *portable*, lalu kencangkan agar posisi benda kerja tidak berubah.
- f. Mengatur posisi *tool* agar sesuai dengan objek yang akan dilakukan pemesinan.
- g. Mengatur jarak celah (*gap*) antara benda kerja dan *tool* menggunakan *feeler gauge*.
- h. Memasukan cairan elektrolit ke bak penampungan mesin ECM.
- i. Menekan tombol ON pada *power supply* bersamaan dengan *stopwatch* untuk mengukur waktu proses pemesinan.
- j. Mematikan *stopwatch* bersamaan dengan *power supply* setelah proses pemesinan selesai.
- k. Mematikan pompa cairan elektrolit, mengangkat *tool*, lalu keluarkan benda kerja yang sudah jadi.
- l. Membersihkan dan bilas benda kerja dengan air lalu keringkan.
- m. Mengulang percobaan proses pemesinan hingga semua spesimen selesai dilakukan pemesinan.

### 3.6 Flowchart atau Diagram Alir

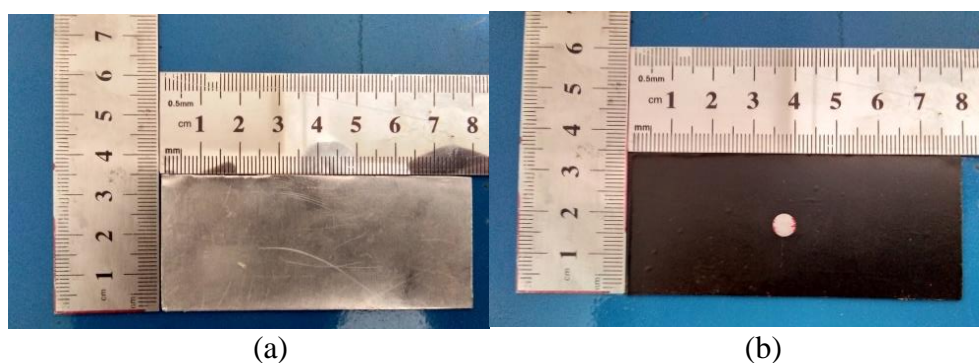
*Flowchart* pada penelitian ini dimaksudkan untuk memudahkan penelitian dan memperjelas tahapan dalam pelaksanaan penelitian,. *Flowchart* atau diagram alir ditunjukkan pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 *Flowchart* Penelitian

### 3.7 Prosedur Pembuatan Benda Kerja dan Spesifikasi Mesin ECM

Pada proses pembuatan benda kerja dimulai dengan memotong lembaran plat aluminium 1100 dengan ketebalan 0,5 mm. Benda kerja dipotong dengan menggunakan pisau *cutter* karena benda kerja agak tipis. Ukuran dari benda kerja adalah 80 x 35 mm. Setelah dipotong benda kerja dibedakan menjadi dua, yaitu menggunakan *masking* dan tidak menggunakan *masking*. Benda kerja ditunjukkan pada gambar 3.20.



Gambar. 3.20 (a) Benda kerja *non masking* ; (b) Benda kerja *masking*

### 3.8 Spesifikasi Mesin ECM *Portable*

Spesifikasi dan parameter yang digunakan dalam pengujian mesin ECM *portable* ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi ECM *portable*

Tegangan Listrik	5 v – 20 v
<i>Working Gap</i>	3 mm
Kecepatan maksimal elektrolit	6,5 Lpm
Cairan elektrolit	<i>Sodium Chloride</i> (NaCl)
Konsentrasi elektrolit	25 NaCl + 75 % aquades

### 3.9 Rencana Penelitian

Rencana penelitian adalah hal yang sangat penting sebelum melakukan suatu penelitian. Pada penelitian ini memakai 2 faktor sebagai parameternya. Faktor yang pertama adalah tegangan dan kedua pengaruh *masking* terhadap hasil

pemesinan dan *tool* berlubang. Dua faktor tersebut diujikan pada dua belas benda kerja dengan tiga level tegangan yang berbeda. Faktor dan tegangan ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Faktor dan tegangan pada penelitian

Faktor	Tegangan	
<i>Tool</i> kuningan berlubang	7 volt non masking	7 volt masking
<i>Tool</i> kuningan berlubang	10 volt non masking	10 volt masking
<i>Tool</i> kuningan berlubang	13 volt non masking	13 volt masking

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan hasil nilai terbaik dari setiap percobaan terhadap *material remove rate* (MRR), ketirusan dan *overcut* yang terjadi berdasarkan pada faktor yang terlibat juga dengan mempertimbangkan jumlah faktor yang terlibat dan hasil observasi.

### 3.10 Pengujian terhadap benda kerja

#### 3.10.1 Persiapan cairan elektrolit

Pada proses pemesinan ECM cairan elektrolit mempunyai peran yang sangat penting dikarenakan cairan elektrolit sebagai media terjadinya proses pengerjaan suatu benda kerja, selain itu fungsi cairan elektrolit juga sebagai pendingin pada proses pendingin dan pembersih sisa pemesinan. Cairan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran antara serbuk NaCl dengan cairan *aquades*. Pada penelitian ini memilih NaCl sebagai cairan elektrolit dikarenakan mampu menghantarkan listrik dengan baik, bersifat korosif dan ramah lingkungan. Perbandingan NaCl dengan *aquades* yang digunakan untuk penelitian dibuat sama setiap percobaannya yaitu 15%, dengan perbandingan 1000 gr serbuk NaCl dan 10 liter *aquades* sesuai dengan kapasitas tangki pada mesin ECM *portable*. Pencampuran elektrolit menggunakan alat *magnetic stirrer* agar larutan elektrolit tercampur sempurna sehingga membentuk larutan yang homogen.

### 3.10.2 Proses pemesinan Mesin ECM

Sebelum melakukan proses pemesinan hal yang harus diperhatikan adalah sudah terpasangnya komponen pada mesin ECM *portable*. Setelah itu nyalakan *voltage regulator* dan *power supply* lalu atur tegangan yang akan disuplai pada *voltage regulator* dengan level yang pertama yaitu sebesar 7 volt lalu matikan kembali. Setelah itu pasang *tool* pada *holder* mesin ECM *portable*. *Tool* harus tegak lurus dengan benda kerja agar pemesinan yang dihasilkan sempurna. Selanjutnya ukur jarak celah (*gap*) antara *tool* dengan benda kerja menggunakan alat *feeler gauge*.

Setelah semua alat dan bahan terpasang, hidupkan pompa sirkulasi untuk mengalirkan cairan elektrolit dengan besar debit aliran yang telah ditentukan yaitu sebesar 2,5 lpm. Setelah semua siap nyalakan *power supply* dan *stopwatch* secara bersamaan. Catat dan amati perubahan arus yang terjadi setiap 36 detik pemesinan. Setelah proses selesai matikan *power supply* dan *stopwatch* secara bersamaan. Pada prosedur pengambilan benda kerja adalah naikan *tool* dengan cara menekan tombol *up* pada *controler*. Lepas benda kerja dari pencekam mesin ECM. Lalu benda kerja dikeringkan dan dibersihkan. Pengujian berawal dari tegangan 7 volt lalu 10 volt dan yang terakhir adalah 13 volt. Pengujian meliputi MRR, *overcut* dan ketirusan.

## 3.11 Perhitungan hasil pengujian

### 3.11.1 Material Remove Rate (MRR)

Perhitungan MRR dilakukan dengan mengukur massa benda awal dikurangi dengan massa benda akhir setelah dilakukannya proses pemesinan lalu hasilnya dibagi dengan waktu pemesinan. Pengukuran massa benda kerja menggunakan timbangan *digital* dengan ketelitian 0,0001 gr dengan kapasitas maksimal mencapai 210 gr.

Langkah prosedur pengukuran massa benda kerja adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan benda kerja yang akan ditimbang, sebelum ditimbang amati terlebih dahulu alat timbangan *digital* dalam keadaan baik dan siap digunakan.

2. Mengkalibrasikan timbangan pada skala nol.
3. Memposisikan benda kerja tepat di tengah alat timbangan agar hasil dari timbangan lebih stabil.
4. Mencatat hasil pengukuran massa benda kerja kemudian lakukan berulang pada benda kerja selanjutnya.



Gambar 3.21 Pengukuran massa benda kerja menggunakan timbangan *digital*

Setelah mengetahui massa benda kerja sebelum dan setelah pemesinan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai MRR dengan menggunakan persamaan 2.6, yaitu massa benda awal dikurangi massa benda akhir lalu hasil massa tersebut dibagi dengan waktu proses pemesinan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.21.

### 3.11.2 *Overcut*

Pengukuran nilai *overcut* memiliki beberapa tahapan antara lain uji foto makro dan pengukuran dimensi hasil *overcut* yang terjadi menggunakan *software ImageJ*. Pengambilan foto makro dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Foto Uji makro ditunjukkan pada gambar 3.22.



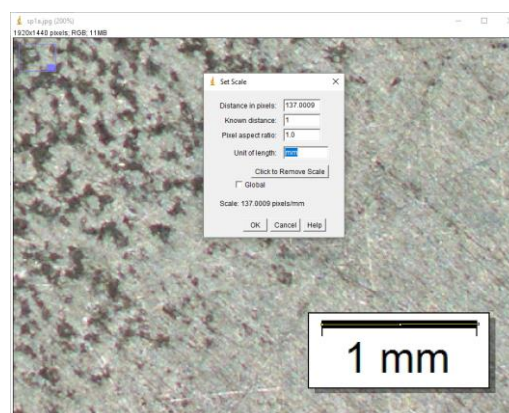


Gambar 3.22 Pengujian foto makro

Selanjutnya adalah menganalisa hasil dari foto makro dengan menggunakan *software ImageJ*. Pengukurannya adalah diameter hasil pemesinan dibandingkan dengan nilai diameter yang ditentukan dan untuk mengetahui hasil ukuran yang lebih optimal pada hasil pemesinan juga ukuran yang lebih akurat.

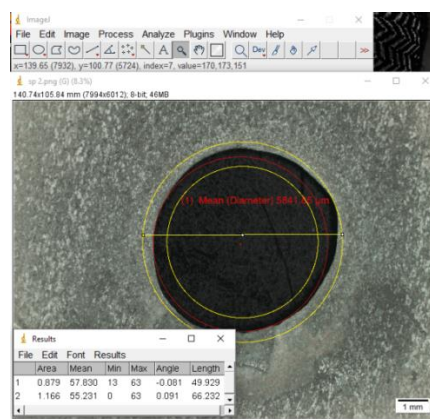
Langkah – langkah penggunaan *ImageJ* adalah sebagai berikut :

1. Membuka hasil foto makro benda kerja dengan cara *klik open image sequence* pada *toolbar*, lalu pilih foto makro yang akan diukur. Setelah itu *klik icon straight* pada *ImageJ* lalu tarik garis lurus pada *icon kalibrasi* pada hasil foto makro. Setelah sudah *set scale* untuk mengatur panjang skala pada foto dan atur *pixel*-nya. Kalibrasi ditunjukkan pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 Kalibrasi skala pada *software ImageJ*

2. Untuk mengetahui panjang dan luas yang akan diukur menggunakan menu *straight tool* dan klik tombol *ctrl+M* untuk memunculkan ukuran panjang dan luas yang telah diketahui. Pengukuran ditunjukkan pada gambar 3.24.



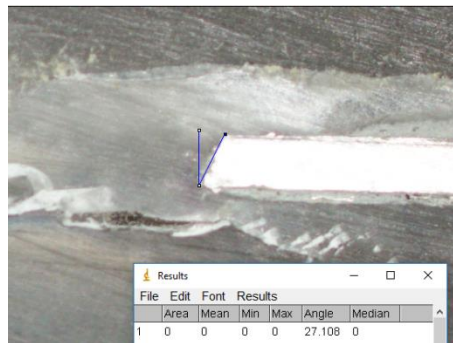
Gambar 3.24 Contoh hasil pengukuran menggunakan *software ImageJ*

Setelah perbandingan ukuran diameter benda kerja dan ukuran *overcut* diketahui, selanjutnya adalah menghitung hasil nilai *overcut* yang ditimbulkan dengan rumus persamaan 2.7. Pengukuran hasil nilai *overcut* adalah hasil dari *software ImageJ* dikurangi dengan diameter *tool* yang ditentukan yaitu berukuran 5 mm.

### 3.11.3 Ketirusan

Pengukuran hasil nilai ketirusan memiliki beberapa tahapan, yaitu adalah dengan cara memotong material benda kerja menjadi dua bagian atau bagian tengah hasil pemesinan dibagi menjadi dua, lalu dilakukan uji foto makro pada sisi samping lubang hasil pemesinan. Pada pengambilan foto bertempat di Laboratorium Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada Gambar 3.22.

Setelah itu menganalisa hasil foto makro menggunakan *software ImageJ*. Pengukuran dengan menggunakan *software ImageJ* dilakukan pada diameter hasil pemesinan yaitu dengan membandingkan hasil nilai diameter yang ingin dicapai dengan diameter yang telah ditentukan.



Gambar 3.25 Contoh hasil pengukuran ketirusan

Selanjutnya setelah diketahui sudut kemiringan pada setiap benda kerja, lalu melakukan pengambilan data yang diperoleh dari setiap sudut yang dihasilkan pada setiap benda kerja, baik benda kerja *masking* maupun *non masking*. Seperti yang ditunjukkan gambar 3.25.

### 3.12 Pengumpulan data

Hasil yang telah didapatkan pada penelitian ini kemudian dimasukkan ke dalam pencatatan lembar penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4, Tabel 3.5, dan Tabel 3.6. Lembar penelitian dikelompokkan jenis pengujian terhadap benda kerja. Lembar pengamatan ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.4 Lembar pengamatan pengujian MRR

No	Tegangan (volt)	Gap (mm)	$m_o$ (g)	$m_t$ (g)	$\Delta m = m_o - m_t$ (g)	t (s)	MRR (g/s)
1							
2							

Tabel 3.5 Lembar pengamatan pengujian nilai *overcut*

No	Permukaan	Tegangan (volt)	Gap (mm)	Elektrolit (%)	$d_o$ (mm)	$d_2$ (mm)	<i>Overcut</i> (mm)
1							
2							

Tabel 3.6 Lembar pengamatan pengujian nilai ketirusan

No	Tegangan (volt)	Gap (mm)	$d_2$ (mm)	$d_0$ (mm)	h (mm)	Ketirusan ( $^{\circ}$ )
1						
2						

### 3.13 Analisa data

Setelah pengambilan data, lalu data siap dianalisa dan diamati variabel – variabel yang muncul sebagai acuan perbandingan. Analisis pada penelitian ini adalah mengetahui perbandingan dari *tool* elektroda dengan material benda kerja yang dilapisi *masking* dan yang tidak dilapisi dengan menggunakan variasi tegangan. Perbandingannya adalah mengetahui massa benda kerja sebelum dan sesudah dilakukannya proses pemesinan (MRR), lalu *overcut* dan ketirusan benda kerja.

*Overcut* adalah penyimpangan ukuran hasil lubang pemesinan yang lebih besar daripada ukuran *tool* elektroda. Pada prinsipnya *overcut* tidak bisa dihilangkan 100%, karena *overcut* tetap dibutuhkan untuk menjaga sirkulasi antara cairan elektrolit dengan *tool* elektroda agar tidak terjadi hubungan singkat arus listrik (*short circuit*). Apabila *overcut* yang dihasilkan terlalu besar dari ukuran toleransi yang ditentukan akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Untuk ketirusan yaitu sudut penyimpangan atau deviasi dari bentuk hasil lubang terbesar dan terkecil.