BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yaitu merupakan suatu cara ilmiah untuk memperoleh pengetahuan atau data untuk penelitian yang akan digunakan secara sistematik dengan menggunakan metode ilmiah yang dikaji dalam bentuk penelitian. Pada Bab ini membahas tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian meliputi dari : tempat, waktu dilakukannya penelitian, alat dan bahan yang digunakan pada penelitian, variabel apa saja yang diperlukan dalam penelitian, diagram alir penelitian, serta prosedur penelitian.

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yaitu suatu sistem untuk pengambilan data dalam sebuah penelitian. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, metode eksperimen dipakai untuk mengusahakan timbulnya variabel-variabel yang muncul dan selanjutnya dikontrol dan di analisis untuk dilihat pengaruhnya.

3.2. Tempat dan Waktu peneltian

Tempat penelitian : Laboratorium Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl.Lingkar barat, Tamantirto, Kasihan,Bantul(55183).

Waktu penelitian : 3-8 Mei 2018

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. ECM portable 1 *axis.*
2. *Regulator voltage*, berfungsi mengatur tegangan.

3. Pisau *cutter*, untuk memotong benda kerja.

4. Amplas, untuk menghaluskan tool dan part yang selesai dibuat.

5. Jangka sorong, untuk mengukur benda kerja.

6. Gelas ukur, digunakan untuk mencampur NaCl dengan aquades.

7. Kamera, digunakan untuk memotret hasil penelitian.

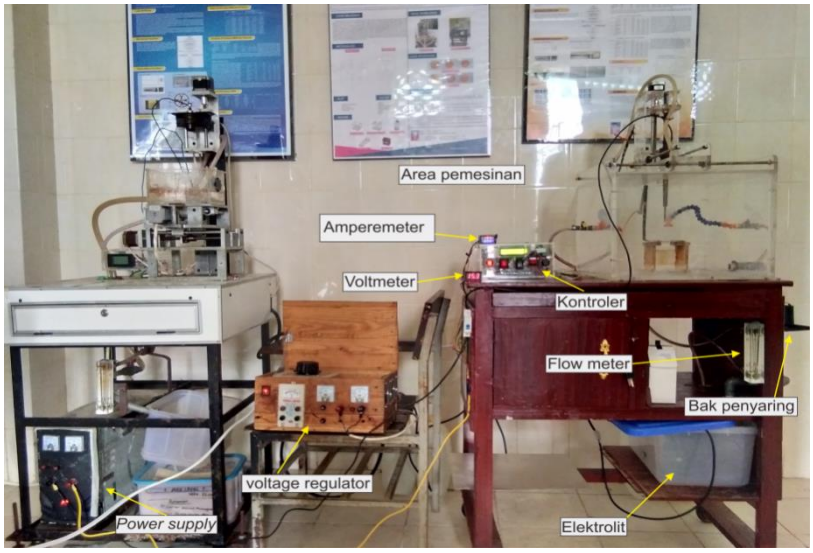
8. Multimeter, digunakan untuk mengukur arus dan tegangan listrik.

9. *Stopwatch*, digunakan untuk mengukur waktu saat proses pemesinan.

10. *Magnetic Stirrer*, digunakan untuk mengaduk NaCl dengan aquades.

11. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang massa benda kerja sebelum dan sesudah pemesinan.

12. Alat Pelindung Diri (APD) : sarung tangan, masker, dan kaca mata.



(a)

(b) (c)

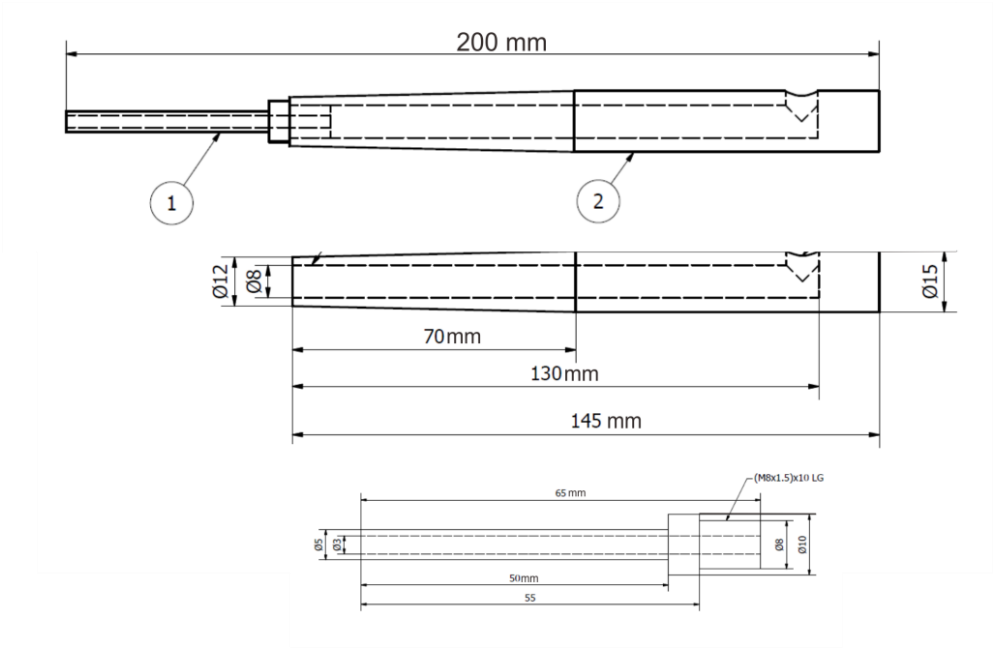
Gambar 3.1. (a) ECM *portable* 1 *axis* (b) Timbangan digital (c) *Magnetic stirrer*.

3.3.2. Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

a. *Tool* Elektroda Kuningan Berlubang

Tool elektroda yang digunakan pada pengujian adalah dengan menggunkan material kuningan berbentuk silinder yang terdapat lubang ditengahnya yang berfungsi sebagai jalur aliran elektrolit, desain dari *tool* digunakan pada penelitian diperjelas pada Gambar 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.2. Dimensi ukuran *tool* elektroda.

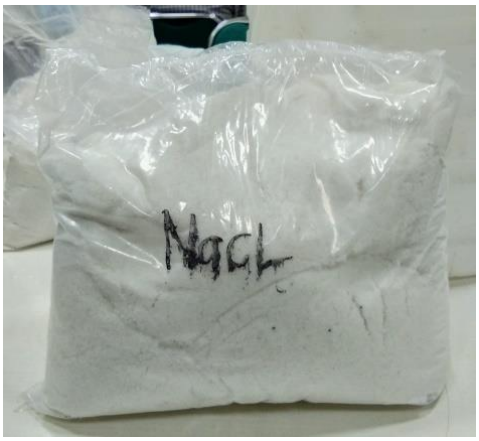
Gambar 3.3. *Tool* elektroda kuningan berlubang

spesifikasi kuningan

Konduktivitas listrik	: 1.6 x 107
Titik lebur	: 1130° C

b. Cairan Elektrolit NaCl

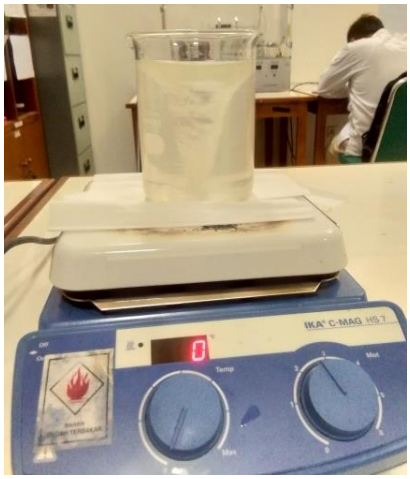
Komposisi konsentrasi larutan NaCl dan aquades yang digunakan sebagai larutan elektrolit dalam pengujian yaitu sebesar 10kg/L dengan perbadingan 1000 gr NaCl dan 10 liter aquades.



(a) (b)

Gambar 3.4. (a) NaCl, (b) Aquades.

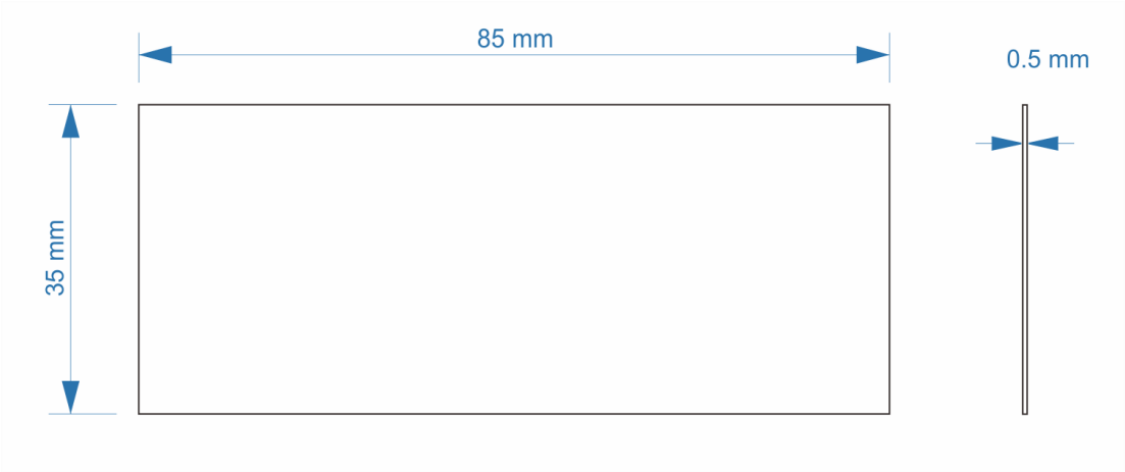
Proses pencampuran NaCl dan aquades dilakukan agar mendapatkan suatu larutan yang homogen. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan alat *magnetic stirrer*. Proses pencampuran seperti yang terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Proses penacampuran NaCl dan aquades dengan menggunakan *magnetic stirrer*.

c. Benda kerja plat aluminium 1100

Benda kerja yang digunakan yaitu plat aluminium 1100 dengan bentuk persegi panjang . Plat aluminum yang dipakai memiliki dimensi panjang 85 mm, lebar 35 mm, dan ketebalan 0,5 mm dengan jumlah sebanyak 6 plat dilapisi *masking* dan 6 plat tidak dilapisi *masking*, *tool* kuningan berlubang dipakai untuk semua pengujian, dimensi ukuran benda kerja dapat dilihat pada Gambar 3.6.



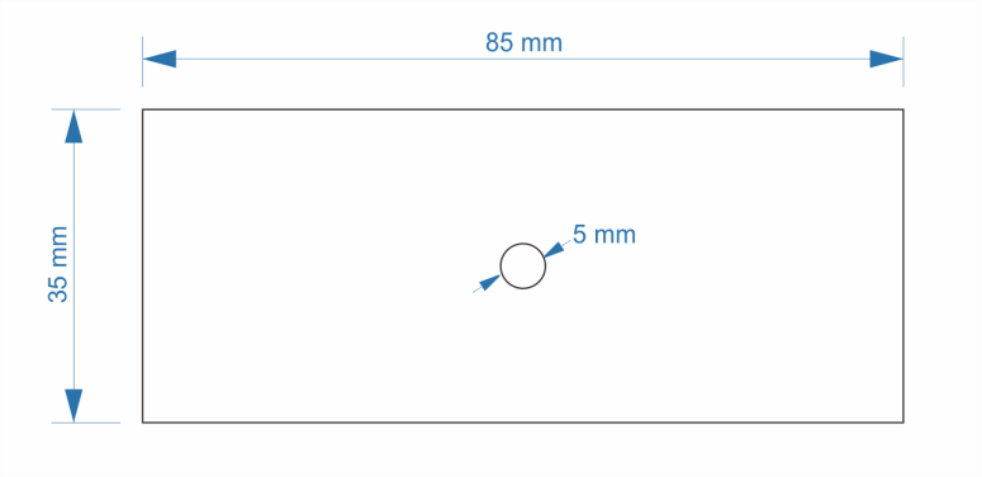
Gambar 3.6. Dimensi ukuran benda kerja plat alumunium 1100

Tabel 3.1. Komposisi kandungan unsur logam aluminium 1100 (Yudi,2013).

No	Unsur Logam	Presentase
1	Karbon	0.07 kg/L
2	Silikon	1 kg/L
3	Mangan	2 kg/L
4	Fosfor	0.045 kg/L
5	Sulfur	0.030 kg/L
6	Nikel	8-10 kg/L
7	Nitrogen	0.11 kg/L
8	Krom	18-20 kg/L

d. Stiker *masking*

Stiker *masking* mengunakan stiker berbahan *vynil*, pemilihan jenis stiker dengan bahan *vynil* dikarenakan stiker dengan bahan *vynil* tahan terhadap air. Stiker *masking* digunakan bertujuan sebagai isolasi untuk membentuk pola lubang serta tidak merusak permukaan benda kerja yang tidak dilakukan pemesinan. Dalam penelitian ini stiker yang digunakan memiliki dimensi ukuran lubang lingkaran sebesar 5 mm yang terletak di tengah plat benda kerja, adapun bentuk serta ukuran pola yang akan dibuat ditunjukan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Pola serta dimensi ukuran lubang stiker *masking*.

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1. Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi serta menyebabkan terjadinya sesuatu saat penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi :

Tabel 3.2. Variabel bebas penelitian

Benda kerja yang di *masking*	Benda kerja yang tidak di *masking*

Jarak Celah (*Gap*)	Tegangan	Elektrolit	Jarak Celah (*Gap*)	Tegangan	Elektrolit
0,75 mm	13 V	10kg/L	0,75 mm	10 V	13kg/L
0,75 mm	13 V	15kg/L	0,75 mm	15 V	13kg/L
0.75 mm	13 V	20kg/L	0.75 mm	20 V	13kg/L

3.4.2. Variabel Terikat

Variabel terikat (*dependent variables*) yaitu faktor-faktor yang diukur dan diobervasi untuk menentukan pengaruh yang muncul dari variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat terdiri dari MRR, ketirusan dan *Overcut* dari hasil pemesinan ECM.

3.5. Langkah Penelitian

a. Mempersiapkan ECM *portable*, *regulator voltage*, benda kerja dan *tool*.

b. Menyalakan tombol power pada *power supply* dan atur *regulator voltage* sesuai parameter kemudian matikan kembali.

c. Memasang *tool* kuningan berlubang pada *holde*r mesin ECM *portable* dan dikencangkan agar tidak terlepas saat proses pemesinan.

d. Memasang benda kerja pada mesin ECM *portable* dan dikencangkan agar posisinya tidak berubah.

e. Mengatur posisi pemakanan benda kerja dengan cara menggeser *tool* agar posisi sesuai dengan titik tengah benda kerja.

f. Mengatur jarak celah (*gap*) antara benda kerja dengan *tool* kuningan berlubang dengan menggunakan *feeler gauge.*

g. Memasukan cairan elektrolit kedalam bak penampungan mesin ECM *portable.*

h. Menyalakan pompa dan mengatur debit aliran elektrolit dengan tujuan

menyesuaikan laju cairan elektrolit.

i. Memulai pengerjaan dengan menekan tombol ON pada *power supply* secara bersamaan dengan memulai *stopwatch* untuk mengukur waktu pemesinan.

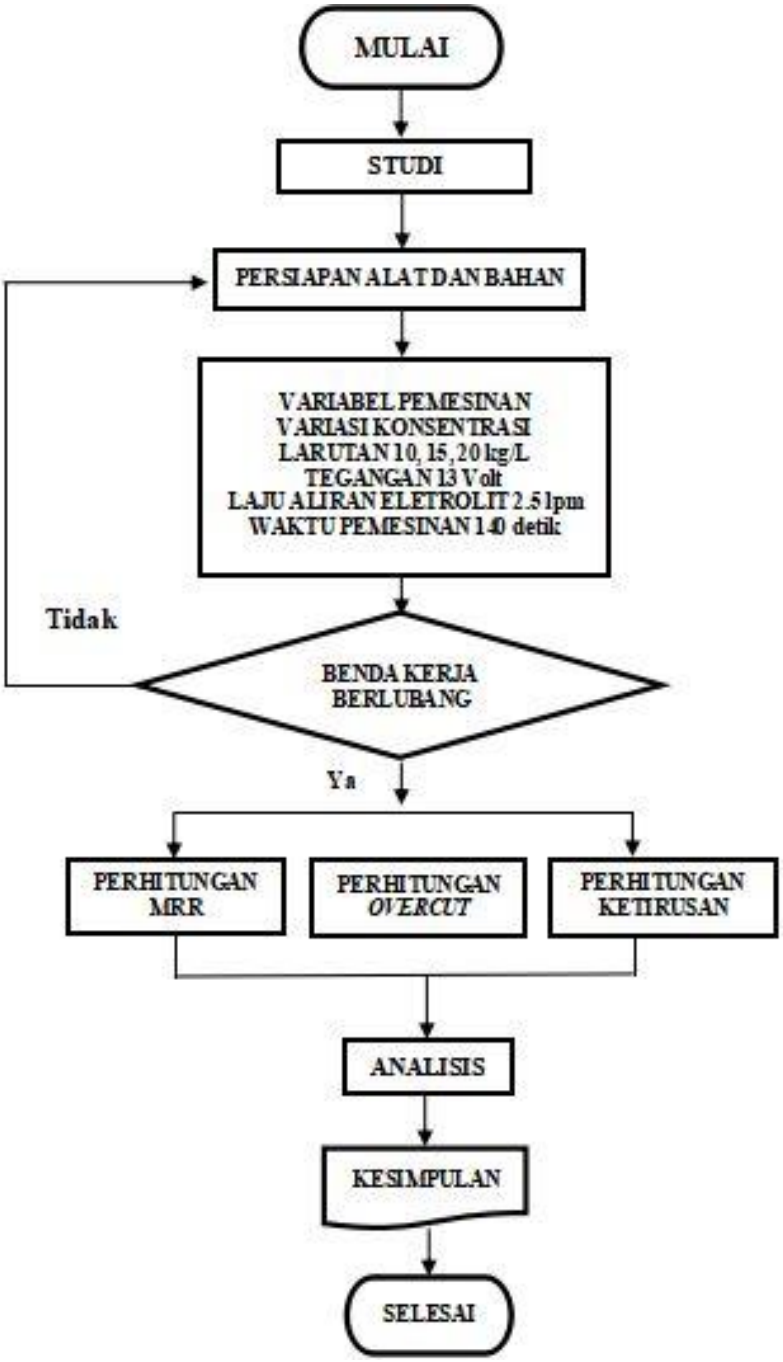
j. Tunggu hingga proses pemesinan selesai. Apabila proses pemesinan selesai matikan *stopwatch* bersamaan dengan *power supply*.

k. Mematikan pompa sirkulasi cairan elektrolit, mengangkat *tool* kuningan berlubang, dan mengeluarkan benda kerja.

l. Membersihkan dan membilas benda kerja dengan air kemudian keringkan.

3.6. *Flowchart* atau Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini berfungsi untuk memudahkan penelitian serta memperjelas tahapan-tahapan dalam pelakasanaan penelitian. Adapun diagram alir pelaksanaan dapat dilihat pada gambar 3.8.

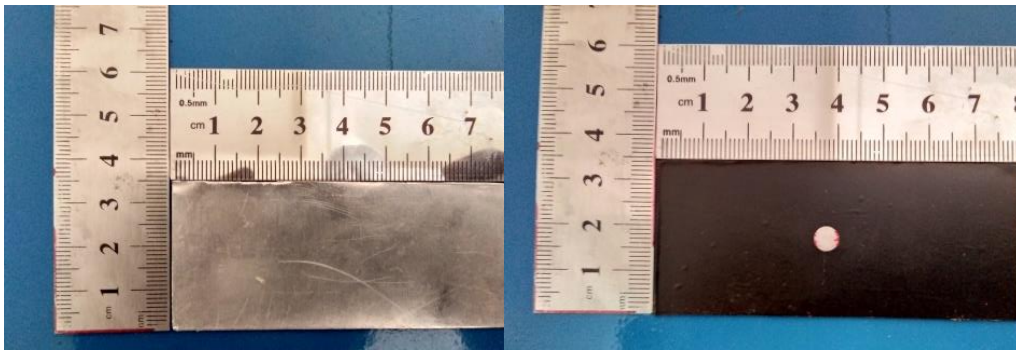


Gambar 3.8. Diagram alir penelitian.

3.7. Prosedur Pembuatan Benda Kerja dan Spesifikasi Mesin ECM

Pembuatan benda kerja yang pertama dilakukan adalah dengan memotong lembaran plat alumunium 1100 dengan kebelan plat 0,5 mm. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan *cutter*, dengan dimensi ukuran panjang 85 mm

dan lebar 35 mm. Pemotongan benda kerja menggunakan *cutter* dengan tujuan agar benda kerja memiliki dimensi ukuran serta berat yang serupa supaya mempermudah ketika perhitungan MRR. Benda kerja yang digunakan sebagai pada penilitian dapat dilihat pada Gambar 3.9.



(a) (b)

Gambar 3.9. (a) Benda kerja (b) Benda kerja setelah di *masking.*

3.8. Spesifikasi Mesin ECM

Spesifikasi dan parameter yang digunakan dalam pengujian mesin ECM *portable* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Spesifikasi ECM *portable.*

Tegangan Listrik	5 V – 20 V
Working Gap	3 mm
Kecepatan maksimal elektrolit	6,5 Lpm
Cairan elektrolit	*Natrium Chloride* (NaCl)
Konsentrasi elektrolit	25 kg/L NaCl + 75 kg/L aquades

3.9. Rencana Penelitian

Rencana penelitian merupakan hal yang penting sebelum melakukan penelitian dimulai. Pada penelitian kali ini memasukan dua faktor, yaitu faktor konsentrasi larutan dan pengaruh *masking* terhadap *tool* kuningan berlubang. Dua

faktor tersebut diujikan pada dua belas benda kerja dengan tiga level konsentrasi larutan elektrolit yang berbeda. Faktor dan konsentrasi larutan elektrolit yang terlibat dalam penilitian ini di jelaskan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Faktor dan konsentrasi larutan elektrolit penelitian.

Faktor	Konsentrasi larutan	
tool kuningan berlubang	10 kg/L non-*masking*	10 kg/L *masking*
tool kuningan berlubang	15 kg/L non-*masking*	15 kg/L *masking*
tool kuningan berlubang	20 kg/L non-*masking*	20 kg/L *masking*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan nilai terbaik dari setiap hasil percobaan terhadap *material removal rate* (MRR), ketirusan hasil pemesinan dan *overcut* yang didasarkan pada faktor yang terlibat. Dengan mempertimbangkan jumlah faktor yang terlibat beserta hasil observasi.

3.10. Pengujian Terhadap Material Benda Kerja

3.10.1. Persiapan Cairan Elektrolit

Cairan elektrolit pada proses pemesinan mempunyai peran penting karena berfungsi untuk media yang memungkinkan terjadinya proses pengerjaan material benda kerja. Selain itu elektrolit berfungsi sebagai media pendingin serta pengahanyut dari bagian-bagian material benda kerja yang telah dikerjakan ketika proses pemesinan ECM berlangsung. Maka dari itu elektrolit harus dipersiakan sebelum proses pemesinan berlangsung. Cairan elekltrolit yang digunakan pada penelitian ini yaitu serbuk NaCl yang di campur dengan aquades.

Pemilihan NaCl dipakai karena NaCl merupakan eletrolit yang mampu menghantarkan listrik serta bersifat korosif selain itu lebih ramah lingkungan. Untuk perbandingan NaCl dan aquades yang dipakai untuk penelitian digunakan tiga variasi untuk pengujian yaitu sebesar 10kg/L, 15kg/L dan 20kg/L dengan

perbandingan 1000 gr, 1500 gr dan 2000 gr Nacl dan 10 L aquades sesuai dengan kapasitas tangki yang dapat di tampung pada mesin ECM *portable*. Proses pencampuran eletrolit dibantu dengan menggunakan alat *magnetic stirrer* agar cairan elektrolit bisa tercampur secara sempurna sehingga membentuk larutan yang homogen.

3.10.2. Proses Pemesinan

Sebelum melakukan proses pemesinan pastikan terlebih dahulu semua komponen pada mesin ECM *portable* sudah terpasang dengan benar. Kemudian nyalakan *voltage regulator* dan *power supply* kemudian atur *voltage regulator* dengan tegangan yang sudah di tentukan yaitu sebesar 10 V setelah itu matikan kembali. Pasang *tool* kuningan berlubang pada *holder* mesin ECM *portable* pastikan *tool* tegak lurus terhadap benda kerja yang sudah terpasang pada dudukan mesin ECM *portable*. Pemasangan *tool* harus secara lurus, bertujan agar lubang yang di hasilkan nantinya tidak mengalami kemiringan. Selanjutnya ukur jarak celah (*gap*) antara *tool* terhadap benda kerja dengan menggunkan *feelergauge.*

Setelah itu hidupkan pompa sirkulasi pada mesin ECM *portable* untuk mengalirkan cairan elektrolit dengan debit laju aliran yang sudah di tetentukan yaitu sebesar 2,5 lpm dengan cara melihat pada *flowmeter*. Apabila semua persiapan sudah siap, nyalakan *power supply* dan *stopwatch* secara bersamaan. Catat dan amati perubahan arus pada setiap 40 detik. Matikan nyalakan *power supply* dan *stopwatch* setelah proses pemesinan dan pengambilan data selesai, prosedur pengambilan benda kerja yang pertama dengan cara menjauhkan *tool* terhadap benda kerja dengan cara menaikan *tool* dengan menekan tombol naik pada kontroler mesin ECM *portable*, kemudian lepas benda dari penjepit. Setelah proses pemesinan selesai keringkan dan bersihkan benda kerja dan *tool*. Setelah itu lakukan pengamatan terhadap benda kerja dari hasil pemesinan ECM yang meliputi dari MRR, *overcut* dan ketirusan.

3.11. Pengukuran Hasil Pengujian

3.11.1. *Material Removal Rate* (MRR)

Perhitungan MRR dilakukan dengan cara menimbang massa benda awal di kurangi massa benda kerja akhir kemudian hasilnya dibagi waktu pemesinan, sama seperti pada persamaan 3.3. Timbangan yaitu timbangan digital dengan ketelitian 0,0001 gr dan dengan berat max timbangan mencapai 210 gr yang berada di Laboratorium CNC, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Langkah-langkah prosedur ketika penimbangan yaitu sebagai berikut :

1. Mempersiapkan benda kerja yang akan ditimbang, kemudian siapkan timbangan dengan memeperhatikan kebersihan, kesetimbangan dan keseimbangan dari timbangan.
2. Mengkalibrasi timbangan agar posisi timbangan pada skala ukur nol.
3. Posisikan benda kerja yang akan ditimbang tepat ditengah timbangan dan kemudian tutup timbangan agar hasil yang didapatkan hasilnya lebih stabil.
4. Mencatat hasil penimbangan dan kemudian dilakukan penimbangan pada benda kerja selanjutnya.

Gambar 3.10. Pengukuran massa menggunakan timbangan digital.

Setelah massa sebelum serta sesudah proses pemesinan di dekatahui, maka langkah selanjutnya mengukur nilai MRR dengan persamaan 2.6, massa benda awal di kurangi massa benda kerja akhir kemudian hasilnya di bagi waktu pemesinan.

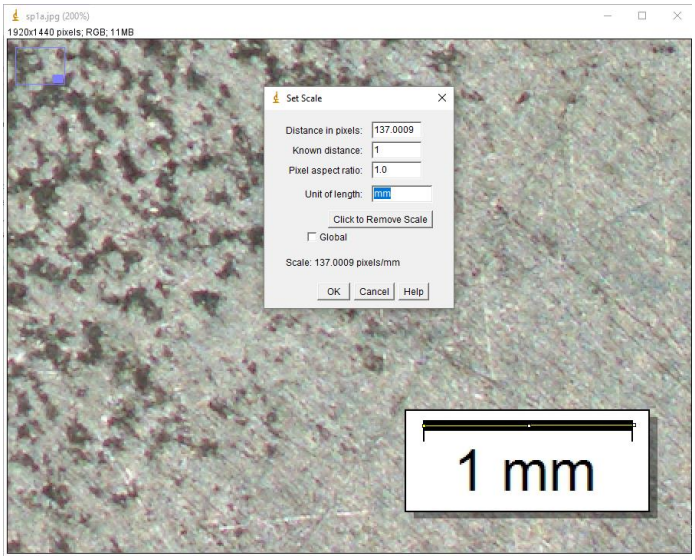
3.11.2. *Overcut*

Pada pengukuran nilai *overcut* memiliki beberapa tahapan, yaitu yang pertama melakukan uji foto makro di Laboratorium Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada Gambar 3.11.

Gambar 3.11. Pengujian foto makro.

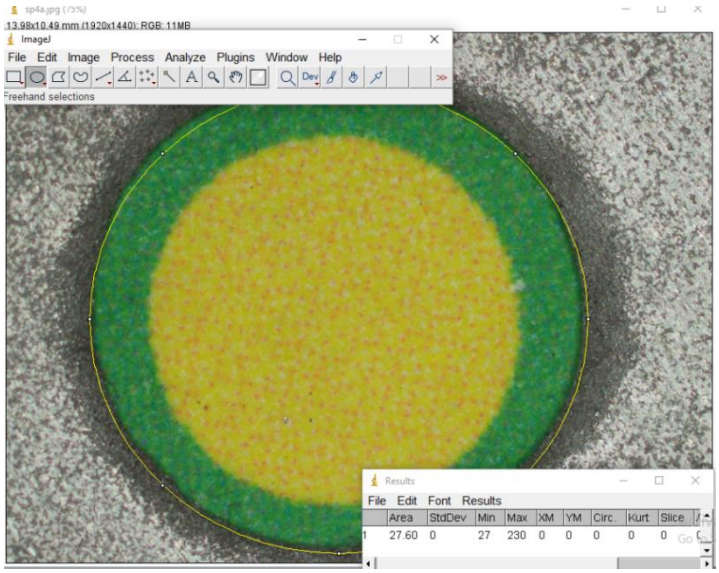
Yang kedua selanjutnya menganalisa hasil dari foto makro menggunakan *software ImageJ* seperti yang terlihat pada Gambar 3.12. Penggukuran menggunakan *software ImageJ* dilakukan pada diameter hasil pemesinan dengan mebandingkan nilai diameter yang ingin dicapai. Langkah-langakah penggunaan *software ImageJ* sebagai berikut :

1. Buka hasil foto makro benda kerja dengan cara klik *file open image sequence* dan pilih foto makro. Setelah itu klik *icon staight* pada *software ImageJ* dan tarik garis lurus pada icon kalibrasi pada hasil foto makro. Setelah itu *setscale* untuk mengatur skala panjang di foto dengan pixels dengan tujuan untuk mengkalibrasi seperti terlihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Kalibrasi skala pada *software ImageJ*.

2. Gunakan *straight tool* dan *square tool* untuk membuat panjang maupun luasan yang akan diukur. Setelah itu tekan tombol ctrl+M untuk memunculkan dimensi panjang serta luasan yang diukur seperti yang ditunjukan pada Gambar 3.13.



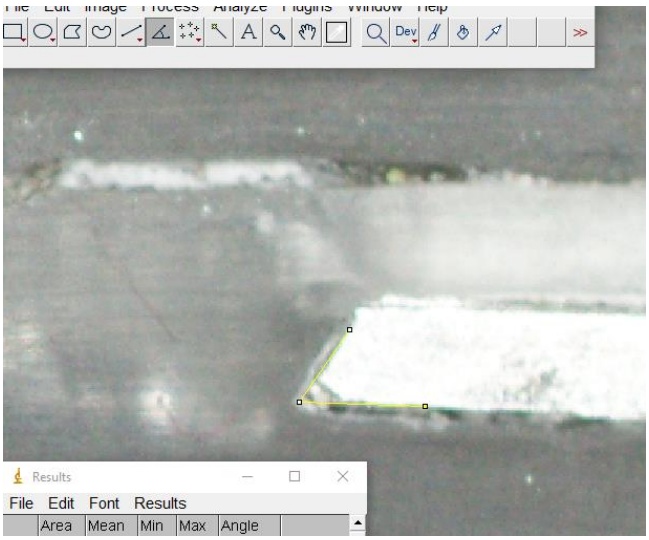
Gambar 3.13. Contoh hasil pengukuran menggunakan *software ImageJ*.

Setelah mengetahui semua ukuran diameter dari semua tipe, langkah selanjutnya adalah pengukuran hasil nilai *overcut* sesuai dengan persamaan

2.7, yaitu hasil pengukuran dari *software ImageJ* dikurangi dengan ukuran diameter yang ingin dicapai yaitu sebesar 5 mm.

3.11.3. Ketirusan

Pada pengukuran nilai ketirusan memiliki beberapa tahapan, yaitu yang pertama dengan melakukan pembelahan spesimen kemudian dilakukan uji foto makro pada sisi samping lubang hasil pemesinan di Laboratorium Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada Gambar 3.11. Selanjutnya menganalisa hasil dari foto makro menggunakan *software ImageJ* seperti yang terlihat pada Gambar 3.14. Pengukuran menggunakan *software ImageJ* dilakukan pada diameter hasil pemesinan dengan membandingkan nilai diameter yang ingin dicapai dengan diameter yang didapat.



Gambar 3.14. Contoh hasil pengukuran sudut menggunakan *software ImageJ.*

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 ditunjukan gambar 3.14

3.12. Pengumpulan Data

Hasil data yang didapatkan pada penelitian kemudian dimasukkan dalam pencatatan lembar penelitian, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.5, Tabel 3.6. dan Tabel 3.7. Lembar penelitian akan dikelompokkan berdasarkan jenis pengujian terhadap benda kerja, dengan menggunakan lembar pengamatan sebagai berikut.

Tabel 3.5. Lembar pengamatan uji MRR.

NO	*Gap* (mm)	Tegangan (volt)	M_o (g)	M_t (g)	$\Delta m = M_o - M_t$	t (s)	MRR (g/s)
1							
2							
3							

Tabel 3.6. Lembar Pengamatan Uji *Overcut*

No	Tegangan (volt)	*Gap* (mm)	Area hasil Pemesinan (mm^2)	Area *Tool* (mm^2)	Presentase Area (kg/L)	d_2 (mm)	d_0 (mm)	*Overcut* Oc (mm)
1								
2								
3								

Tabel 3.7. Lembar Pengamatan Uji Ketirusan

No	Tegangan (volt)	*Gap* (mm)	d_2 (mm)	d_0 (mm)	h (mm)	Ketirusan (^{0})
1						

2						
3						

3.13. Analisis Data

Setelah pengambilan data, data siap dianalisis dan dan dilihat variabel-variabel yang muncul didalamnya sebagai acuan pembanding. Analisis pada penelitian ini adalah membandingkan *tool* elektroda kuningan berlubang dan *tool* elektroda kuningan berlubang serta material benda kerja dengan dilapisi *masking* dan tidak menggunakan *masking* dengan variasi jarak celah (*gap*). Hal-hal yang dibandingan yaitu massa benda kerja sebelum dan sesudah pemesinan (MRR) serta *overcut* dan ketirusan dari lubang hasil proses pemesinan.

Overcut adalah penyimpangan yang menunjukkan bahwa ukuran lubang hasil drilling lebih besar dari ukuran *tool* yang digunakan. Pada prinsipnya *overcut* pada proses pemesinan ECM tidak dapat dihilangkan 100kg/L, karena *overcut* tetap dibutuhkan untuk mejaga sirkulasi dari cairan elektrolit dan *tool* sebagai elektroda agar tidak bersentuhan secara langsung dengan benda kerja agar tidak terjadi hubung singkat (*short circuit*).

Tetapi apabila hasil *overcut* yang diahasilkan terlalu besar akan berpengaruh tehadap kuliatas produk yang menurun salah satunya dalam hal kelitian serta geometri produk. Untuk ketirusan yaitu sudut yang terbentuk dari penyimpangan atau deviasi antara lubang terbesar dan yang terkecil yang akan membentuk sudut kemiringan pada hasil proses *drilling* ECM.