

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk penelitian. Bab ini membahas tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian meliputi : tempat, waktu dilakukannya penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, apa saja yang menjadi variabel dalam penelitian, diagram alir penelitian,serta prosedur-prosedur penelitian.

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian merupakan suatu sistem pengambilan data dalam suatu penelitian. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode yang mengusahakan timbulnya variabel-variabel dan selanjutnya dikontrol untuk dilihat pengaruhnya.

3.2.Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.2.2. Waktu penelitian : 28 Mei 2017

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah:

1. ECM *portable*,
2. Regulator voltage berfungsi mengatur tegangan,
3. Gunting besi untuk memotong benda kerja,
4. Amplas dan kikir, untuk menghaluskan *part* yang selesai dibuat,
5. Jangka sorong untuk mengukur benda kerja,
6. Gelas ukur, digunakan untuk mencampur NaCl dengan aquades,
7. Kamera saku, digunakan untuk memotret hasil penelitian,
8. Multimeter, digunakan untuk mengukur arus dan tegangan listrik,

9. *Stopwatch*, digunakan untuk *timer* saat proses pemesian,
10. *Magnetic Stirrer*, digunakan untuk mengaduk NaCl dengan aquades,
11. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang massa benda kerja sebelum dan sesudah pemesian,
12. Alat Pelindung Diri (APD) : sarung tangan, masker, dan kaca mata,
13. Penggaris, alat tulis, dan kertas.



(a)



(b)



(c)

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

3.3.2. Bahan Penelitian

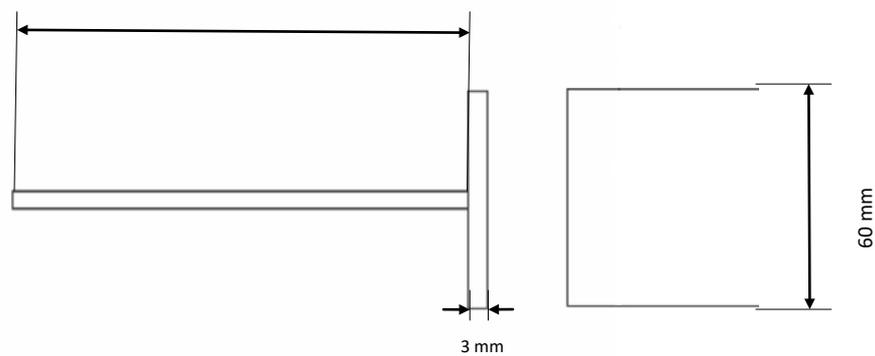
Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

a. ElectrodaKuningan

Toolelektroda yang digunakan untuk pengujian adalah kuningan berbentuk seperti pada Gambar 3.2.

Spesifikasi kuningan :

1. Konduktivitas listrik : 1.6×10^7
2. Titik lebur : 1130°C



Gambar 3.2. Elektroda Kuningan

b. Cairan Elektrolit NaCl

Komposisi konsentrasi larutan NaCl dan aquades, elektrolit yang digunakan untuk pengujian adalah 10 % dengan perbandingan campuran NaCl 1 kg dengan 10 liter aquades, 15 % dengan perbandingan campuran NaCl 1,5 kg dengan 10 liter aquades, 20 % dengan perbandingan campuran NaCl 2 kg dengan 10 liter aquades.



(a)



(b)

Gambar 3.3. (a) NaCl, (b) Aquades

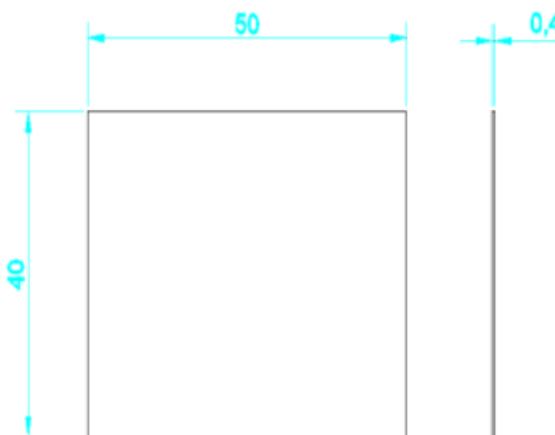
Proses pencampuran NaCl dan aquades dilakukan dengan menggunakan alat *magnetic stirrer*. Proses ini dilakukan agar antara NaCl dan aquades dapat menjadi suatu larutan yang benar-benar homogen. Proses pencampuran NaCl dan aquades ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Pencampuran NaCl dan Aquades menggunakan *magnetic stirrer*

c. Benda kerja plat Aluminium 1100

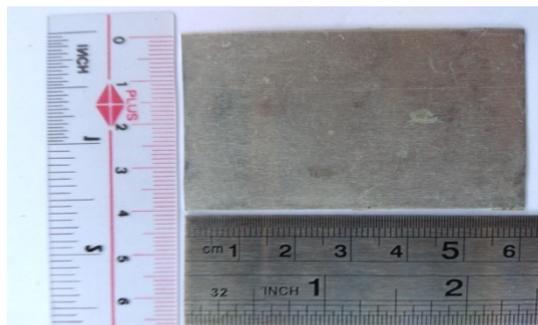
Benda kerja yang digunakan adalah plat Aluminium 1100 yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 40 mm, dan ketebalan 0.4 mm sebanyak 9 plat, seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5. Ukuran benda kerja plat aluminium 1100

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

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



Gambar 3.6. Benda kerja plat Aluminium 1100

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi terjadinya sesuatu atau variabel penyebab. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu konsentrasi elektrolit 10%, 15%, 20% dan tegangan 7 v, 10 v, dan 13 v pada proses ECM.

3.4.2 Variabel Terikat

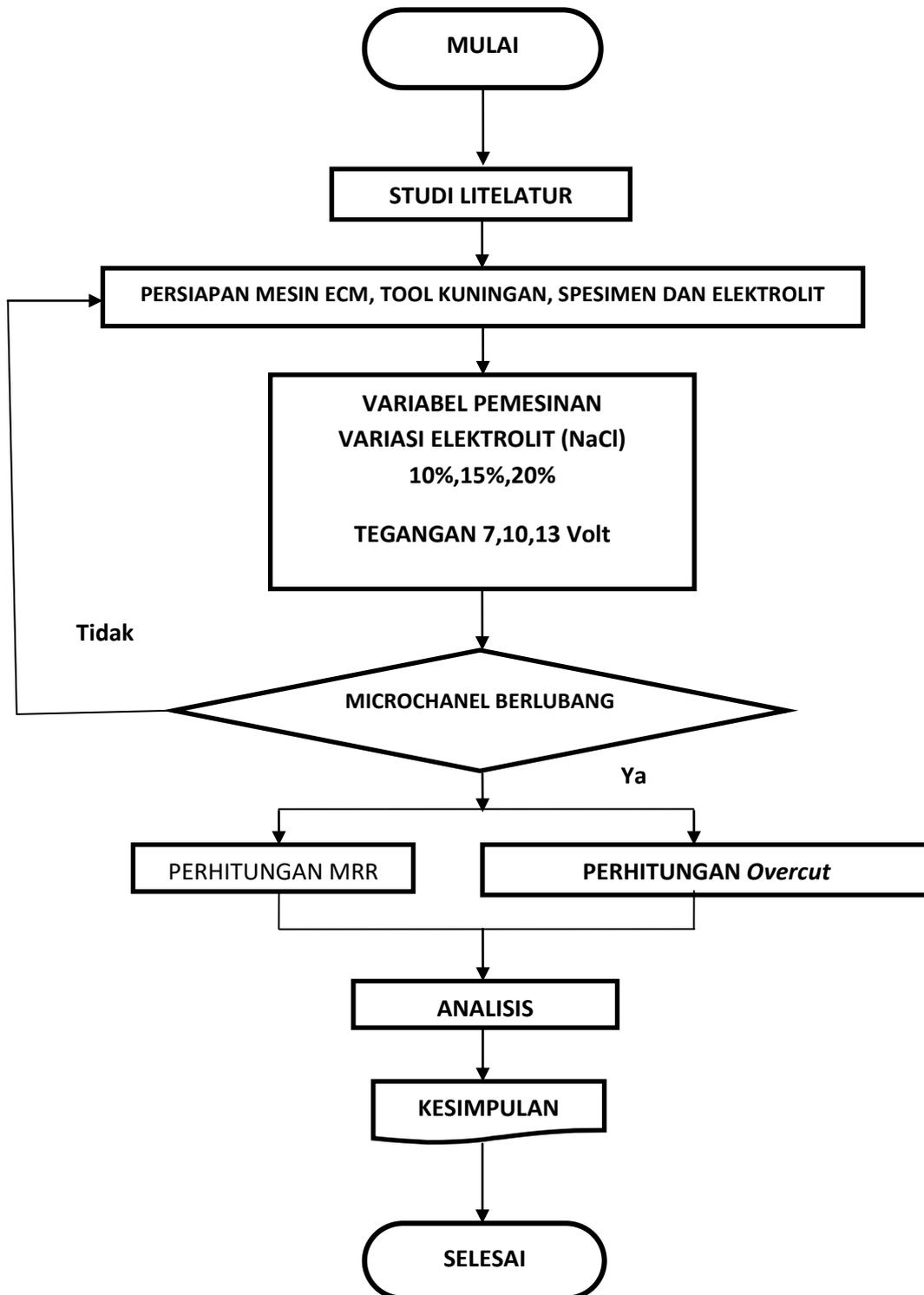
Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu MRR dan *Overcut* pada hasil pemesinan ECM.

3.5 Langkah-Langkah Penelitian

- a. Mempersiapkan ECM *portable* serta regulator *voltage*;
- b. Mempersiapkan benda kerja dan *electrode*;
- c. Memasang *electrode* pada *holder* mesin ECM dan dikencangkan;
- d. Memasang benda kerja dan dikencangkan agar posisinya tidak berubah;
- e. Menyalakan tombol power pada mesin ECM;
- f. Mengatur posisi pemakanan benda kerja (koordinat x dan y) dengan cara mengatur meja;
- g. Mengatur kerataan permukaan benda kerja dengan permukaan *electrode*;
- h. Mengatur parameter-parameter mesin ECM sesuai dengan tabel rancangan percobaan;
- i. Menyalakan pompa cairan dielektrik/elektrolit dan mengatur putaran kran dengan tujuan menyesuaikan laju cairan dielektrik;
- j. Memulai pengerjaan dengan menekan tombol ON pada power suplay sampai proses pemesinan selesai. Apabila proses pemesinan selesai matikan power suplay dengan memposisikan tombol OFF;
- k. Mematikan pompa sirkulasi cairan elektrolit, mengangkat *electrode*, dan mengeluarkan benda kerja;
- l. Membersihkan benda kerja dari kotoran dan mengeringkannya;
- m. Percobaan diulang dengan memvariasikan elektrolit dan tegangan pada mesin ECM.

3.6 Flowchart/ Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam penelitian bertujuan memudahkan kita untuk melaksanakan penelitian dan memperjelas tahapan-tahapan dalam penelitian. Diagram alir penelitian akan ditunjukkan pada Gambar 3.7.



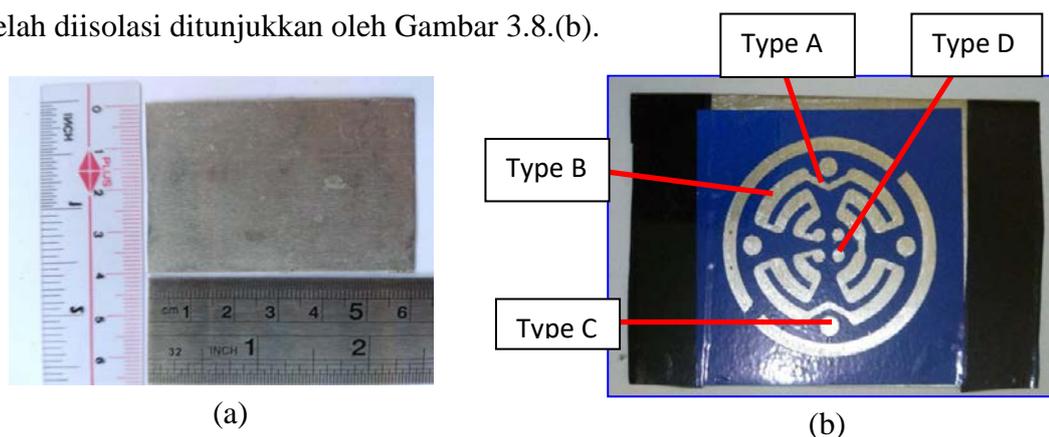
Gambar 3.7. Diagram alir penelitian

3.7. Prosedur Pengujian dengan mesin ECM

Pada tahap awal pengujian mesin ECM, Pertama siapkan mesin ECM yang akan digunakan kemudian letakkan benda kerja di dudukan benda kerja yang berada di bak penampungan, setelah itu pasang plat kuningan dan sejajarkan di atas benda kerja untuk memulai pemesinan. Setelah benda kerja dan tool sudah sejajar arahkan selang untuk aliran NaCl dan aquades yang sudah di campur dari dua arah benda kerja dan tool untuk menyemprotkan larutan elektrolit tersebut yang di gunakan untuk pemesian. Setelah semua sudah siap mulai menyalakan pompa air kemudian lakukan pemesinan dengan menekan tombol power.

3.8. Prosedur Pembuatan Benda Kerja

Pembuatan benda kerja dilakukan dengan mendesain pada *software Coreldraw* dengan panjang 60 mm, lebar 40 mm dan tebal 0,4 mm, kemudian dilakukan pemotongan plataluminium 1100 menggunakan gunting besi. Metode pemotongan benda kerja menggunakan gunting besi dengan tujuan agar benda kerja memiliki berat dan ukuran yang serupa, untuk mempermudah dalam perhitungan MRR dan pemasangan isolasi. Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.8.(a) Setelah benda kerja selesai dibuat sesuai ukuran lalu isolasi benda kerja menggunakan isolator. Benda kerja yang telah diisolasi ditunjukkan oleh Gambar 3.8.(b).



Gambar 3.8. (a) Benda kerja,
(b) Benda kerja setelah diisolasi

3.9. Spesifikasi Mesin ECM

Spesifikasi dan parameter yang dipakai pada pengujian mesin ECM *portable* dapat dilihat pada Tabel 3.2. berikut ini.

Tabel 3.2. Spesifikasi ECM *portable*

| | |
|-------------------------------|--|
| Tegangan Listrik | 5 v – 20 v |
| Working Gap | 3 mm |
| Kecepatan maksimal elektrolit | 6 m/s |
| Cairan elektrolit | <i>Sodium Chloride</i> (NaCl) |
| Konsentrasi elektrolit | 10 % NaCl + 90% aquades 15 % NaCl + 85 % aquades 20 % NaCl + 80% aquades |

3.10. Pengujian Terhadap Material Benda Kerja

3.10.1. Persiapan Cairan Elektrolit

Sebelum proses pemesinan dimulai pertama kita harus menyiapkan cairan elektrolit yang nantinya akan digunakan untuk proses pemesinan, cairan elektrolit yang digunakan yaitu berupa serbuk NaCl dicampur aquades dengan perbandingan 15 % NaCl dan 85 % untuk aquades, pertama timbang serbuk NaCl sebanyak 150 gram masukan ke dalam gelas ukur kemudian tambahkan 850 mL aquades. Pembuatan cairan elektrolit antara NaCl dan aquades harus benar-benar tercampur dengan baik agar menjadi larutan yang homogen maka untuk proses pencampurannya digunakan *magnetic stirrer* untuk proses pengadukannya.

3.10.2. Proses Pemesinan

Pasang *tool* elektroda yang pertama dan benda kerja dengan pencekam pada mesin ECM. Pastikan posisi elektroda tegak lurus dengan benda kerja agar bentuk lubang pemakanan yang dihasilkan baik. Jalankan *tool* sampai menyentuh

benda kerja untuk mencari titik nol dan pastikan menggunakan multimeter yang ditandai dengan bergeraknya jarum indikator atau bunyi alarm pada multimeter, karena perbedaan jarak celah (*gap*) pada benda kerja berpengaruh pada lama pemakanan benda kerja itu sendiri. Selanjutnya *tool* digerakkan menjauhi benda kerja untuk membentuk *working gap* sejauh 1 mm. *Stopwatch* dan kamera saku disiapkan untuk melakukan pengambilan video pada tegangan dan arus yang keluar dari *power supply* selama proses permesinan berjalan. Pompa fluida dinyalakan untuk mengalirkan cairan elektrolit ke dalam bak penampung permesinan. Langkah selanjutnya adalah menghidupkan *power supply* bersamaan dengan *stopwatch*. *Power supply* yang digunakan adalah *power supply unregulated* sehingga pengaturan tegangan 10 volt dilakukan setelah *power supply* hidup. Pada saat permesinan tegangan harus dijaga 10 volt selama waktu-waktu optimal permesinan yang sudah ditentukan dari data-data percobaan sebelumnya. Waktu optimal permesinan didapat apabila hasil permesinan optimal. *Power supply* dan kamera saku dimatikan apabila proses permesinan sudah selesai. Setelah selesai permesinan prosedur pengambilan benda kerja harus secara berurutan pertama matikan *power supply*, matikan pompa sirkulasi elektrolit, jauhkan *positioning tool* dari benda kerja dengan cara mengontrol dari PC setelah itu lepas benda kerja dari penjepit. Setiap selesai permesinan, benda kerja dan elektroda dibersihkan dan dikeringkan. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap benda kerja hasil proses permesinan ECM yang meliputi MRR, *overcut* dan ketirusan.

3.11. Pengukuran Hasil Pengujian

3.11.1 Pengukuran *Material Removal Rate* (MRR)

Pengukuran MRR dilakukan dengan cara melakukan penimbangan terhadap benda kerja dengan menggunakan timbangan seperti pada Gambar 3.9. terhadap spesimen sebelum dan sesudah permesinan kemudian selisihnya dibagi dengan waktu permesinan, sesuai dengan persamaan 3.3. Timbangan yang dipakai dalam penelitian ini dengan merek FUJITSU, yang mempunyai beban maksimal 210 gram dan ketelitian 0,0001 gram yang berada di Laboratorium CNC, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Langkah-langkah

prosedur proses penimbangan :

1. Mempersiapkan alat yang akan ditimbang kemudian pemeriksaan terhadap kebersihan neraca terutama pada piring-piring timbangan, kedataran timbangan, dan kesetimbangan neraca.
2. Melakukan kalibrasi agar timbangan pada posisi 0.
3. Menaruh benda yang akan ditimbang tepat ditengah timbangan dan menutup timbangan agar hasilnya stabil.
4. Mencatat hasil penimbangan dan dilanjutkan dengan penimbangan benda selanjutnya.

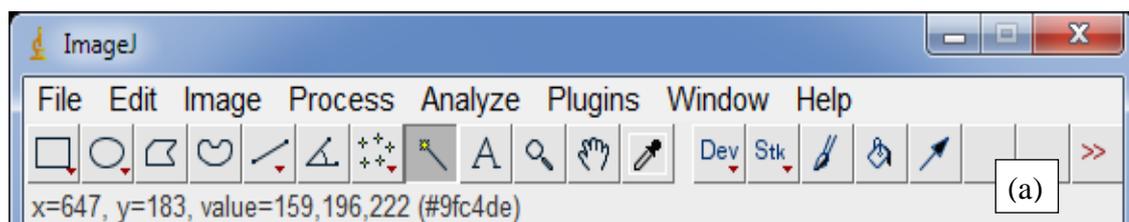


Gambar 3.9. Pengukuran massa menggunakan timbangan digital

3.11.2. Pengukuran *Overcut*

Pengukuran *overcut* dilakukan dengan beberapa tahap, tahap yang pertama yaitu melakukan uji makro di Laboratorium Bahan Teknik. Selanjutnya hasil foto makro tersebut dianalisa menggunakan aplikasi *software ImageJ* seperti terlihat pada Gambar(3.10 a)

1. Langkah-langkah penggunaan aplikasi *software ImageJ* yang pertama yaitu buka hasil foto makro, klik *icon straight* pada aplikasi *software ImageJ* kemudian klik sisi yang ingin diukur. Gambar tersebut di *setscale* dengan cara klik *analyze* seperti Gambar(3.10b)
2. *Setscale* seperti terlihat pada (Gambar3.10c)





Gambar 3.10a. Tampilan image j, b. Benda yang akan di set scale, dan c.

Tampilan set scale

Setelah luas area diameter hasil pemesinan dan luas area diameter telah diketahui dalam satuan mm^2 , langkah selanjutnya mengubah diameter tersebut kedalam satuan mm untuk mencari nilai *overcut*. Rumus mencari nilai diameter tersebut adalah $\sqrt{\frac{D}{\pi/4}}$. Setelah nilai diameter tersebut diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *overcut* menggunakan persamaan 2.14, dimana diameter hasil pemesinan dikurangi dengan diameter *tool*.

3.12. Pengumpulan Data

Penelitian ini akan menghasilkan data yang dalam pencatatannya dimasukkan dalam lembar penelitian, seperti ditunjukkan oleh Tabel 3.3, Tabel 3.4. dan Tabel 3.5. Lembar penelitian ini akan dikelompokkan berdasarkan jenis pengujian benda kerja, dengan menggunakan lembar pengamatan sebagai berikut.

Tabel 3.3. Lembar pengamatan uji MRR

| No | Gap (mm) | Tegangan (volt) | M_o (g) | M_t (g) | $\Delta m = M_o - M_t$ | t (dt) | MRR (g/dt) |
|----|----------|-----------------|-----------|-----------|------------------------|--------|------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

Tabel 3.4. Lembar Pengamatan Uji *Overcut*

| No | Tegangan (volt) | Gap (mm) | Area Hasil Pemesi nan (mm ²) | Area <i>Tool</i> (mm ²) | Present ase Area (%) | d ₂ (mm) | d ₀ (mm) | <i>Overcut</i> , Oc (mm) |
|----|--------------------|-------------|--|---|-------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |

3.13. Analisis Data

Setelah proses pengambilan data, maka data diolah untuk dilakukan analisis. Analisis pada penelitian ini adalah dengan cara membandingkan hasil pemesinan pada benda kerja Aluminium 1100 dengan variasi jarak celah (*gap*) dan tegangan. Hal-hal yang dibandingkan adalah massa benda kerja sebelum dan sesudah proses pemesinan (MRR), penyimpangan yang menunjukkan bahwa ukuran lubang hasil *drilling* ECM lebih besar dari ukuran pahat yang digunakan (*overcut*) dan sudut yang terbentuk sebagai penyimpangan atau deviasi antara lubang terbesar dan yang terkecil (ketirusan). Untuk perhitungan mencari nilai MRR terdapat pada persamaan 2.13.

Overcut di definisikan sebagai penyimpangan yang menunjukkan bahwa ukuran lubang hasil *drilling* lebih besar dari ukuran pahat yang digunakan. Pada dasarnya *overcut* pada ECM tidak dapat dihilangkan 100%, karena *overcut* tetap diperlukan untuk kelangsungan sirkulasi dari cairan elektrolit dan lagi elektrode sebagai pahat tidak boleh bersentuhan dengan benda kerja agar tidak terjadi hubungan singkat (*shortcircuit*). Namun bila *overcut* yang dihasilkan terlalu besar maka hal tersebut akan berpengaruh terhadap menurunnya kualitas produk, terutama faktor yang berkaitan dengan ketelitian ukuran maupun geometri produk. Jadi *overcut* dirumuskan seperti tertera pada persamaan 2.14.