

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan terhadap suatu proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan yang berbeda terhadap suatu proses dibandingkan sehingga diperoleh suatu pola kejadian yang saling berhubungan. Data-data tambahan yang mendukung diperoleh dari literatur beberapa buku, jurnal serta internet.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang *anodizing* dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Untuk pengujian kekasaran permukaan spesimen aluminium dilaksanakan di Politeknik Negeri Malang. Sedangkan pengujian komposisi spesimen dilakukan di Universitas Negeri Malang. Penelitian dilaksanakan pada 30 April s/d 30 Juni 2012.

3.3 Variabel yang Diteliti

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian. Besar variabel bebas divariasikan untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah rapat arus *anodizing* (1; 2; 3) A/dm² dan jarak anoda dengan katoda (25, 50, 75, 100) mm.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sebelum penelitian, tetapi besarnya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikat penelitian ini adalah kekasaran permukaan logam aluminium hasil *anodizing*.

3.3.3 Variabel Terkendali

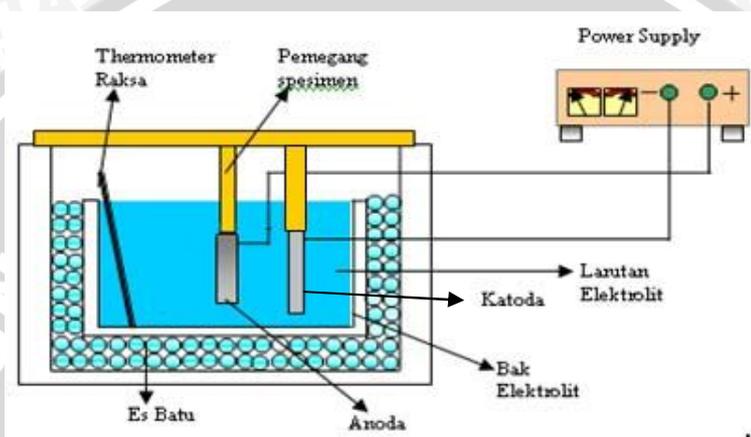
Variabel terkontrol adalah variabel yang dijaga konstan selama penelitian. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah:

- a. Waktu proses *anodizing* selama 90 menit.

- b. Temperatur elektrolit 10 °C sampai 15 °C.
- c. Beda potensial yang digunakan 30 Volt.
- d. Larutan elektrolit yang digunakan campuran asam fosfat (H_3PO_4) 30% dan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 1%.

3.4 Instalasi Alat Penelitian

Instalasi anodizing yang digunakan dalam penelitian sesuai dengan gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Instalasi Alat Penelitian *Anodizing*

Keterangan:

a. *Power supply*

Power Supply digunakan sebagai sumber tegangan dalam proses *anodizing*.

Arus (DC) : 0.5, 1, 1.5 A

Tegangan yang digunakan : 30 V

b. Bak elektrolit

Bak yang digunakan sebagai tempat berlangsungnya elektrolisa pada proses *anodizing* terbuat dari bahan plastik berbentuk persegi empat.

c. Larutan elektrolit

Larutan elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan H_3PO_4 yang dilarutkan dalam aquades dengan perbandingan 30% volume H_3PO_4 , aquades 79%, dan penambahan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 1% yang berguna agar menjaga pH tetap konstan dan menjaga ion H^+ agar tidak menguap semua.

d. Es batu

e. Termometer raksa

- f. Pemegang spesimen

3.5 Peralatan dan Bahan Benda Kerja

3.5.1 Peralatan yang Digunakan

1. Instalasi *anodizing*.
2. *Centrifugal Sand Paper Machine* untuk menghaluskan permukaan spesimen aluminium, sebagaimana pada gambar 3.2



Gambar 3.2 *Centrifugal Sand Paper Machine*

Spesifikasi:

Dimensi : 650 x 550 x 240 mm

Merk : Saphir

Diameter : 15 cm

Putaran : 120 rpm

3. *Stop watch*

Stop watch untuk mencatat waktu pencelupan, sebagaimana pada gambar 3.3



Gambar 3.3 *Stop watch*

4. Sarung tangan

Sarung tangan untuk menjaga tangan dari larutan kimia, sebagaimana pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Sarung Tangan

Spesifikasi :

Bahan : Latex

5. Masker

Digunakan untuk menutup hidung dan mulut supaya terhindar dari bau menyengat larutan kimia, sebagaimana pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Masker

6. Heater

Heater digunakan untuk menaikkan suhu larutan, sebagaimana pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Heater

Dimensi : 200 x 70 x 100 mm

7. Gelas ukur

Gelas ukur untuk mengukur volume larutan yang digunakan, sebagaimana pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Gelas Ukur

Spesifikasi :

Volume : 250 ml

8. Gelas kaca untuk wadah proses *pre-treatment*, sebagaimana pada gambar 3.8



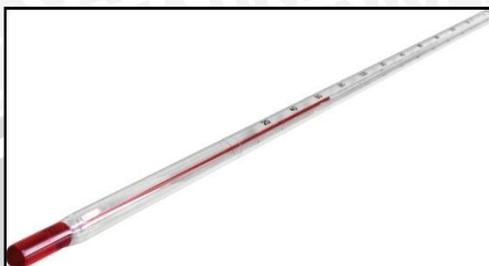
Gambar 3.8 Gelas Kaca

Spesifikasi :

Volume : 250 ml

9. Termometer Raksa

Termometer raksa untuk melihat temperatur larutan, sebagaimana pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Termometer Raksa

10. Timbangan Elektrik

Timbangan elektrik digunakan untuk menakar berat *Caustic Soda* dan asam oksalat, sebagaimana pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Timbangan Elektrik

Spesifikasi :

Dimensi : 250 x 250 x 115 mm

Merk : Mettler Toledo

Buatan : Swiss

Power Supply : AC adapter 12 V, 3.5 A

Skala : 0.01gr sampai 200 gr

11. Alat Uji Kekasaran Permukaan

Alat uji kekasaran permukaan (*surface roughness tester*) digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja sebelum dan setelah proses *anodizing*, sebagaimana pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Alat Uji Kekasaran Permukaan *Mitutoyo SJ 301*

Spesifikasi :

Dimensi : 325 x 185 x 95 mm

Detector :

- *Stylus Material* : *Diamond*

Drive Unit :

- *Detector drive range* : 8 mm

Parameter Kekasaran :

- Ra : 0,01 sampai 100 μm
- Rz : 0,02 sampai 350 μm

Power Supply :

- AC adapter 12 V, 3.5 A

3.5.2 Bahan yang Digunakan

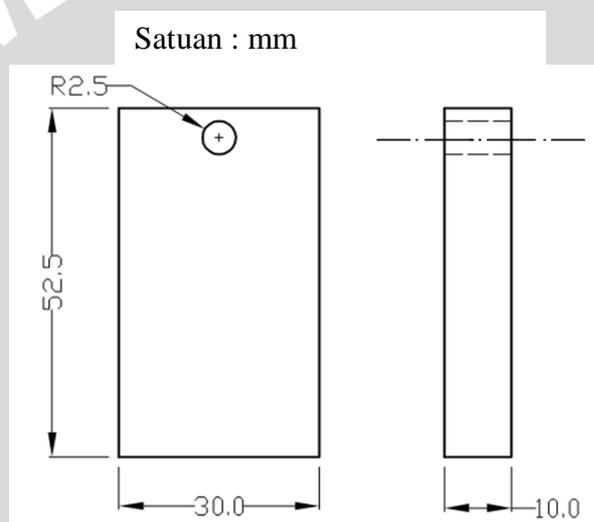
Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Anoda yang digunakan yaitu aluminium tipe 6063 dengan komposisi yang bisa dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi Paduan Aluminium 6063

Unsur	Kandungan (%)
Si	0,2 sampai 0,6
Fe	0 sampai 0,35
Cu	0 sampai 0,1
Mn	0 sampai 0,1
Mg	0,45 sampai 0,9
Zn	0 sampai 0,1
Ti	0 sampai 0,1
Cr	Maksimal 0,1
Al	Balance

Spesimen berbentuk balok dengan dimensi panjang, lebar dan tebal masing-masing 30 mm; 55 mm; 10 mm, sebagaimana pada gambar 3.2



Gambar 3.12 Dimensi Benda Kerja

- Katoda yang digunakan adalah titanium dengan komposisi yang sesuai pada tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Komposisi Titanium

Unsur	Kandungan (%)
Al	0,44
C	7,67
Ti	91,89

- Larutan asam fosfat (H_3PO_4) untuk larutan elektrolit.
- Asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) untuk mengikat ion H^+ agar tidak ikut menguap ke udara pada proses *anodizing*.
- Asam nitrat (HNO_3) digunakan untuk campuran larutan pada proses *degreasing*.

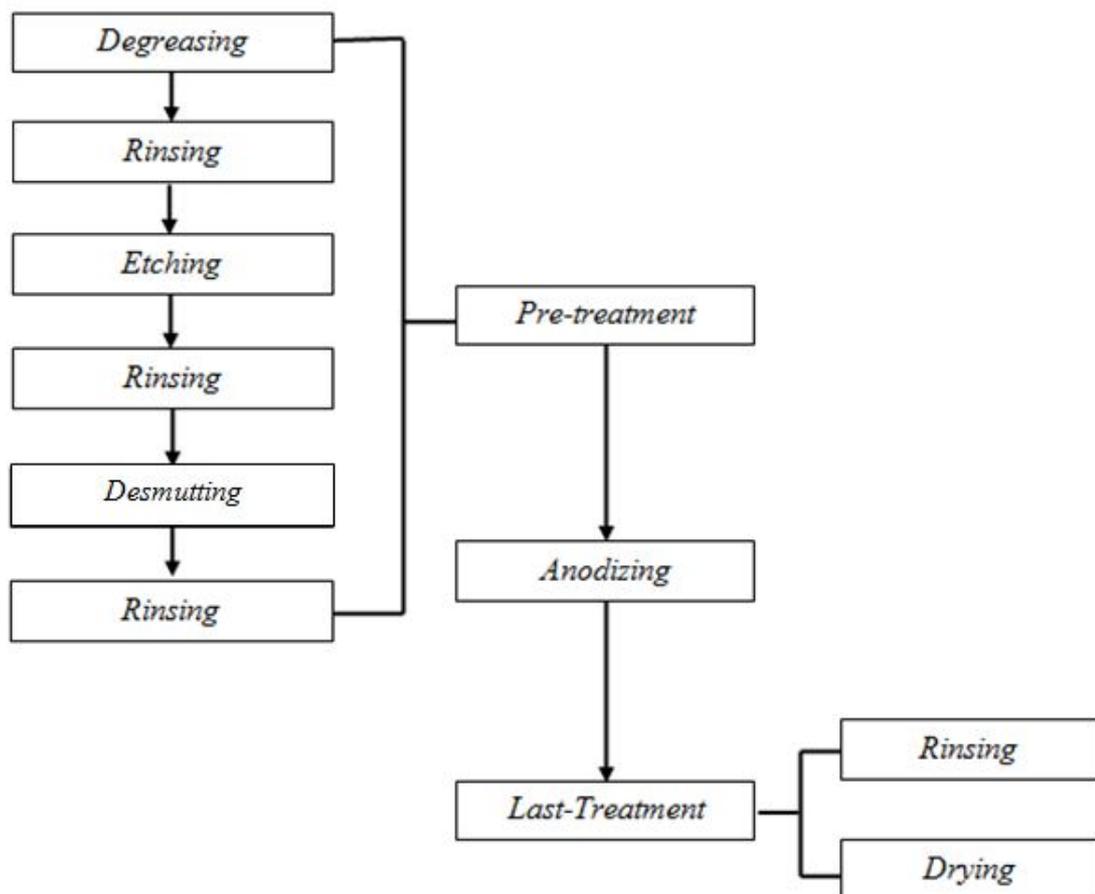
6. Asam sulfat (H_2SO_4) digunakan untuk campuran larutan pada proses *desmuting*.
7. *Caustic soda* (NaOH) digunakan untuk campuran larutan pada proses *etching*.
8. Air murni (aquades) untuk campuran larutan kimia dan untuk proses *rinsing*
9. Es batu digunakan untuk menjaga suhu agar tetap konstan antara 10-15°C.

3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam proses pelapisan ini ada 3 tahap, yaitu:

1. Perlakuan awal (*pre-treatment*)
2. Proses *anodizing*
3. Perlakuan akhir (*Last-treatment*)

Secara skematis dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3.13 Skema Proses *Anodizing*

Keterangan:

1. *Degreasing*

Degreasing adalah langkah pertama pada proses *pre-treatment*. *Degreasing* dilakukan untuk menghilangkan minyak atau lemak pada permukaan aluminium sebelum proses *anodizing*. *Degreasing* biasa dilakukan dengan menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 5% dengan temperatur dari $60^\circ C$ sampai $80^\circ C$ dan dilakukan dalam waktu 5 menit.

2. *Etching*

Etching dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan lapisan oksida aluminium yang terdapat pada permukaan aluminium. Oksida aluminium akan hancur karena direndam dalam larutan basa kuat seperti soda api (*caustic soda*). Oleh sebab itu *etching* dilakukan dengan cara merendam aluminium dalam larutan *caustic soda*. Nilai takarannya adalah satu sendok makan soda api (10 gr) dicampur dalam air 250 ml. Temperatur *caustic soda* yang digunakan umumnya adalah sekitar $30^\circ C$ sampai $50^\circ C$ dan dilakukan dalam waktu 5 menit.

3. *Desmuting*

Desmuting adalah proses pembersihan bercak hitam akibat reaksi dari paduan aluminium dengan *caustic soda* saat proses *etching*. *Desmuting* dilakukan dengan cara merendam spesimen pada larutan asam nitrat (5%) pada temperatur kamar, $27^\circ C$ - $35^\circ C$ selama 5 menit.

4. *Rinsing*

Rinsing adalah proses pembersihan benda kerja dengan menggunakan air murni (*destilated water*). Tujuan dari *rinsing* adalah untuk menghilangkan sisa-sisa zat kimia yang terbawa dari proses sebelumnya. *Rinsing* dilakukan pada setiap proses yang sudah dilakukan baik *pre-treatment* (*degreasing*, *etching*, *desmuting*) ataupun *anodizing*.

5. *Anodizing*

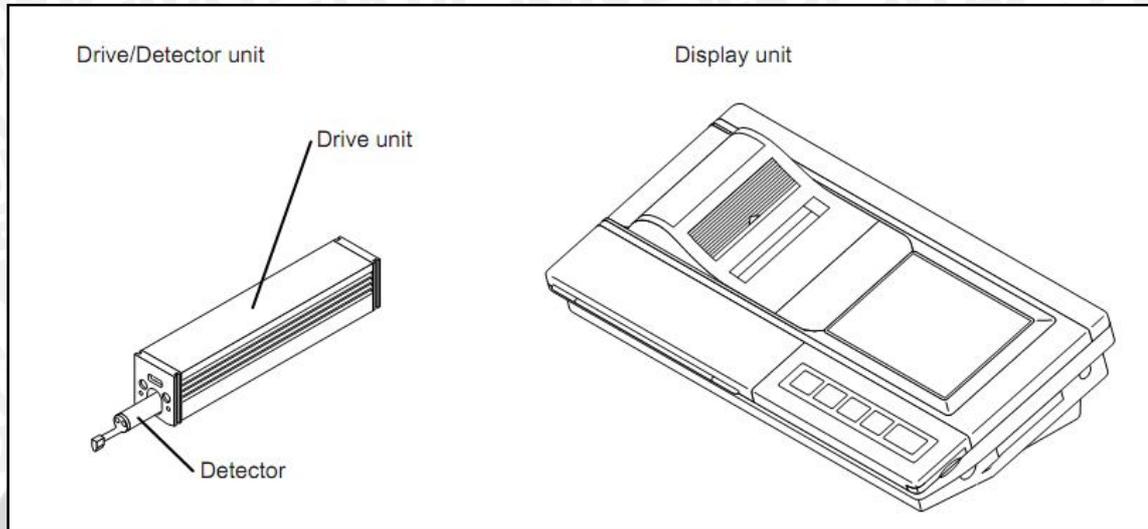
Proses *anodizing* dilakukan dengan bervariasi variabel bebas, yaitu variasi rapat arus (1; 2; 3) A/dm^2 dan variasi jarak anoda dengan katoda (25, 50, 75, 100) mm.

6. *Drying*

Drying adalah proses pengeringan benda kerja. *Drying* dilakukan dengan cara mengusap benda kerja dengan kain halus dan meletakkannya pada tempat yang kering.

3.7 Metode Pengujian

Alat yang digunakan untuk pengujian kekasaran permukaan adalah *Mitutoyo SJ 301*. Alat ini terdiri dari dua unit utama, yaitu *display unit* dan *drive/detector unit*. Lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.14 berikut:

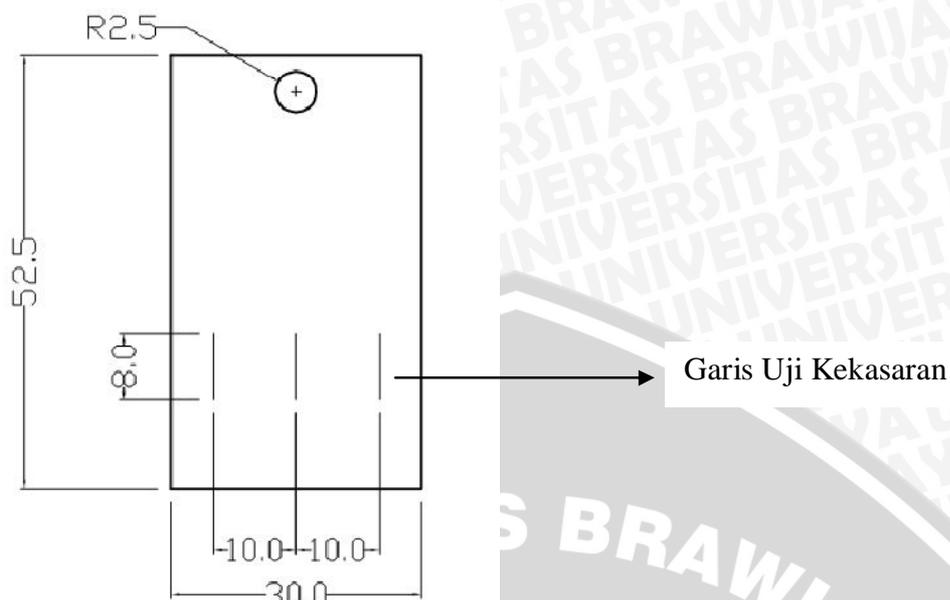


Gambar 3.14 *Display Unit* dan *Drive/Detector Unit*

Sumber: SJ 301 Surface Roughness Tester User's Manual:1-6

Detector berfungsi sebagai pendeteksi kekasaran permukaan spesimen uji yang diteruskan ke *drive* unit kemudian diterima oleh *display* unit. *Display* unit akan menampilkan plot kekasaran permukaan spesimen uji. Plot ini nantinya bisa dicetak pada kertas.

Spesimen yang diuji kekasaran hanya bagian yang berhadapan dengan katoda pada proses *anodizing* dan sepanjang 8mm. Ada 3 sampel yang akan diuji kekasaran sebagaimana pada gambar 3.14 berikut:



Gambar 3.15 Area Uji Kekasaran

Tabel 3.3 Format Tabel Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan aluminium

Rapat Arus (A/dm ²)	Pengulangan	Jarak (mm)			
		25	50	75	100
1	Pengulangan 1	X ₁₁₁	X ₁₂₁	X ₁₃₁	X ₁₄₁
	Pengulangan 2	X ₁₁₂	X ₁₂₂	X ₁₃₂	X ₁₄₂
	Pengulangan 3	X ₁₁₃	X ₁₂₃	X ₁₃₃	X ₁₄₃
Jumlah					
Rata-rata					
2	Pengulangan 1	X ₂₁₁	X ₂₂₁	X ₂₃₁	X ₂₄₁
	Pengulangan 2	X ₂₁₂	X ₂₂₂	X ₂₃₂	X ₂₄₂
	Pengulangan 3	X ₂₁₃	X ₂₂₃	X ₂₃₃	X ₂₄₃
Jumlah					
Rata-rata					
3	Pengulangan 1	X ₃₁₁	X ₃₂₁	X ₃₃₁	X ₃₄₁
	Pengulangan 2	X ₃₁₂	X ₃₂₂	X ₃₃₂	X ₃₄₂
	Pengulangan 3	X ₃₁₃	X ₃₂₃	X ₃₃₃	X ₃₄₃
Jumlah					
Rata-rata					

3.8 Rancangan Percobaan

Untuk mengetahui pengaruh hubungan antara rapat arus dan jarak anoda katoda terhadap kekasaran permukaan maka langkah yang dilakukan adalah terlebih dahulu merencanakan model rancangan penelitian agar hasil pengamatan atau data yang diperoleh dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode analisa dua arah dengan pengulangan, karena ada dua faktor yang diamati yaitu rapat arus dan jarak anoda katoda. Hasil pengukuran dan pengambilan data dari masing-masing spesimen uji ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 3.4 Rancangan Percobaan Untuk Kekasaran Permukaan Aluminium

		Jarak Anoda Katoda (mm)				ΣB
		25	50	75	100	
Rapat Arus (A/dm^2)	1					
	$\Sigma K1$					
	2					
	$\Sigma K2$					
	3					
	$\Sigma K3$					
	$\Sigma Ktotal$					

Adapun hipotesis yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

- $H_0^1 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$ (tidak ada pengaruh jarak anoda katoda terhadap kekasaran permukaan aluminium).
 H_1^1 paling sedikit satu $\alpha_i \neq 0$ (ada pengaruh jarak anoda katoda terhadap kekasaran permukaan aluminium).
- $H_0^2 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$ (tidak ada pengaruh rapat arus terhadap kekasaran permukaan aluminium).
 H_1^2 paling sedikit satu $\beta_j \neq 0$ (ada pengaruh rapat arus terhadap kekasaran permukaan aluminium).

3. H_0^3 : $(\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$ (tidak ada pengaruh jarak anoda katoda dan rapat arus terhadap kekasaran permukaan aluminium).

H_1^3 : paling sedikit satu $(\alpha\beta) \neq 0$ (ada pengaruh jarak anoda katoda dan rapat arus terhadap kekasaran permukaan aluminium).

3.9 Analisa Statistik

Analisa statistik ini bertujuan untuk mencari interval penduga dari data hasil penelitian nilai kekasaran permukaan aluminium.

3.9.1 Analisa Varian Dua Arah

Dari analisa varian dua arah ini akan diketahui ada tidaknya pengaruh dari jarak anoda dengan katoda (faktor A) dan rapat arus (faktor B) serta pengaruh interaksi antara keduanya (faktor AB) terhadap kekasaran permukaan aluminium *hard anodizing*.

Didalam perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n (\overline{X}_{ijk} - \overline{X}_{...})^2 \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-1)$$

2. Jumlah kuadrat rapat arus (JKA)

$$JKA = cn \sum_{i=1}^r (\overline{X}_{i..} - \overline{X}_{...})^2 \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-2)$$

3. Jumlah kuadrat jarak anoda katoda (JKB)

$$JKB = rn \sum_{j=1}^c (\overline{X}_{.j.} - \overline{X}_{...})^2 \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-3)$$

4. Jumlah pengaruh interaksi perlakuan (JKI)

$$JKI = n \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (\overline{X}_{ij.} - \overline{X}_{i..} - \overline{X}_{.j.} + \overline{X}_{...})^2 \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-4)$$

5. Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n (X_{ijk} - \overline{X}_{ij.})^2 \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-5)$$

Apabila masing-masing suku dibagi dengan derajat bebasnya, akan diperoleh nilai varian dari masing-masing suku tersebut. Nilai ini sering disebut dengan kuadrat tengah yang disingkat KT. Nilai varian tersebut adalah:

1. Kuadrat tengah rapat arus (KTA)

$$KTA = \frac{JKA}{(r-1)} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-6)$$

2. Kuadrat tengah jarak anoda katoda (KTB)

$$KTB = \frac{JKB}{(c-1)} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-7)$$

3. Kuadrat tengah interaksi rapat arus dan jarak anoda katoda (KTI)

$$KTI = \frac{JKI}{(r-1)(c-1)} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-8)$$

4. Kuadrat tengah galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{rc(t-1)} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-9)$$

Untuk menguji ketiga hipotesis di atas kita mencari harga F_{hitung} masing-masing sumber keragaman (rapat arus, kekasaran permukaan aluminium serta interaksi rapat arus dan jarak anoda katoda), kemudian hasilnya dibandingkan dengan F_{tabel} pada derajat bebas yang sesuai dengan nilai α tertentu. Nilai F_{hitung} dari masing-masing sumber keragaman adalah sebagai berikut:

1. F_{hitung} dari rapat arus.

$$F_1 = \frac{KTA}{KTG} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-10)$$

2. F_{hitung} dari kekasaran permukaan aluminium.

$$F_2 = \frac{KTB}{KTG} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-11)$$

3. F_{hitung} dari interaksi rapat arus dan kekasaran permukaan aluminium.

$$F_3 = \frac{KTI}{KTG} \quad (\text{Walpole, 1996:408}) \quad (3-12)$$

Dari perhitungan data statistik di atas dilakukan perbandingan dan kesimpulan yang terjadi pada analisa dua variasi tersebut, seperti dituliskan pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.5 Analisa Varian

Sumber Varian	JK	Derajat bebas	KT	F _{hitung}
Antar A	JKA	$db_1=r - 1$	KTA	F_1
Antar B	JKB	$db_2=c - 1$	KTB	F_2
Interaksi AB	JKI	$db_3=db_1 \cdot db_2$	KTI	F_3
Galat	JKG	$db_4=rc(t - 1)$	KTG	
Total	JKT	$rct - 1$		

Sumber : Walpole (1996:409)

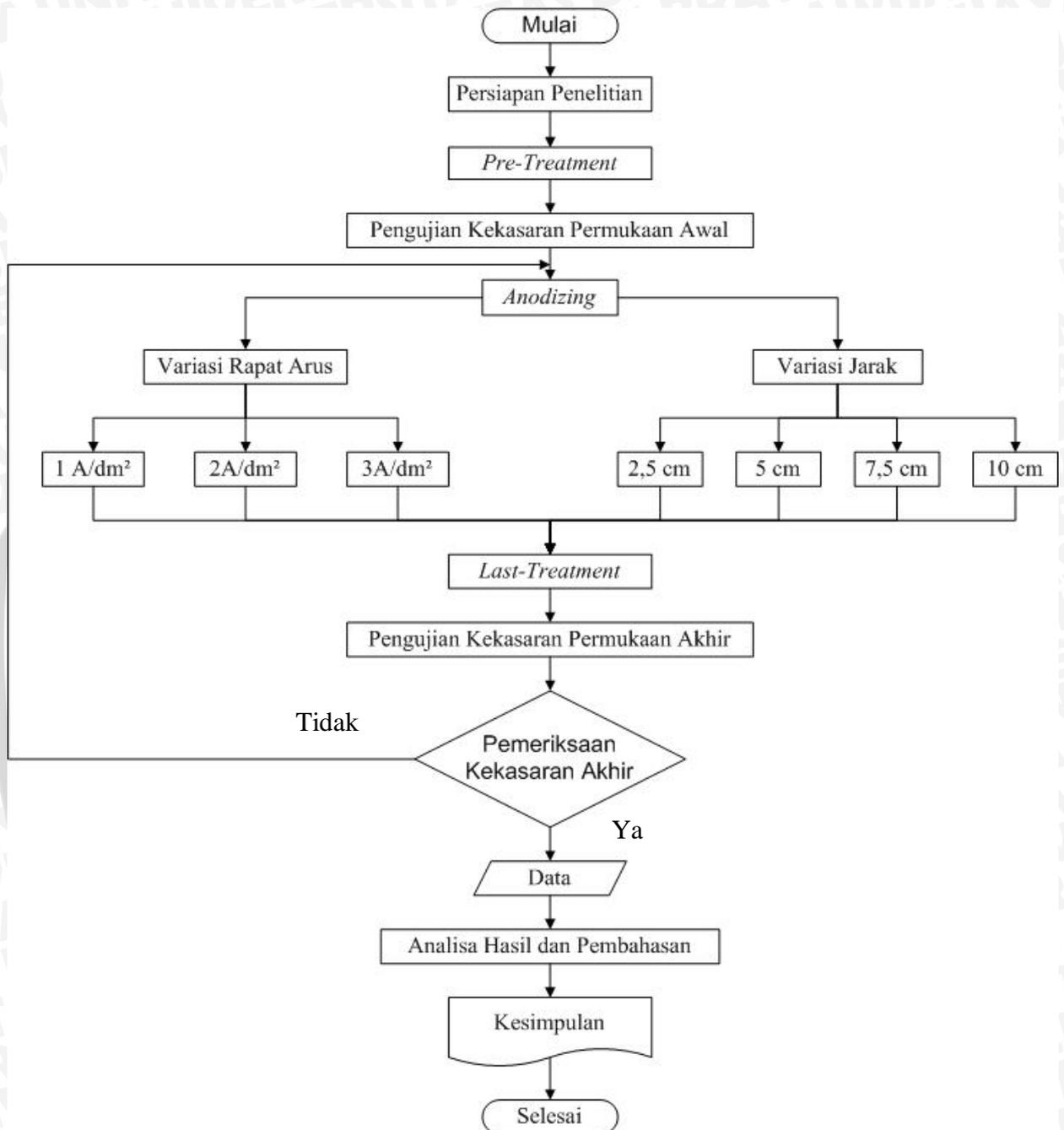
Kesimpulan yang diperoleh :

1. Bila $FA_{hitung} > FA_{tabel}$, maka H_0^1 ditolak dan H_1^1 diterima, ini menyatakan bahwa variasi rapat arus berpengaruh terhadap kekasaran permukaan aluminium.
2. Bila $FB_{hitung} > FB_{tabel}$, maka H_0^2 ditolak dan H_1^2 diterima, ini menyatakan bahwa variasi jarak anoda kaoda berpengaruh terhadap kekasaran permukaan aluminium.
3. Bila $FAB_{hitung} > FAB_{tabel}$, maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini menyatakan bahwa interaksi antara variasi rapat arus dan jarak anoda katoda berpengaruh terhadap kekasaran permukaan aluminium.

3.9.2 Analisa Grafik

Analisa grafik dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*, analisa grafik dilakukan melalui perubahan *trend* data pada grafik yang diperoleh dari plotting data.

3.10 Diagram Alir



Gambar 3.16 Diagram Alir Penelitian