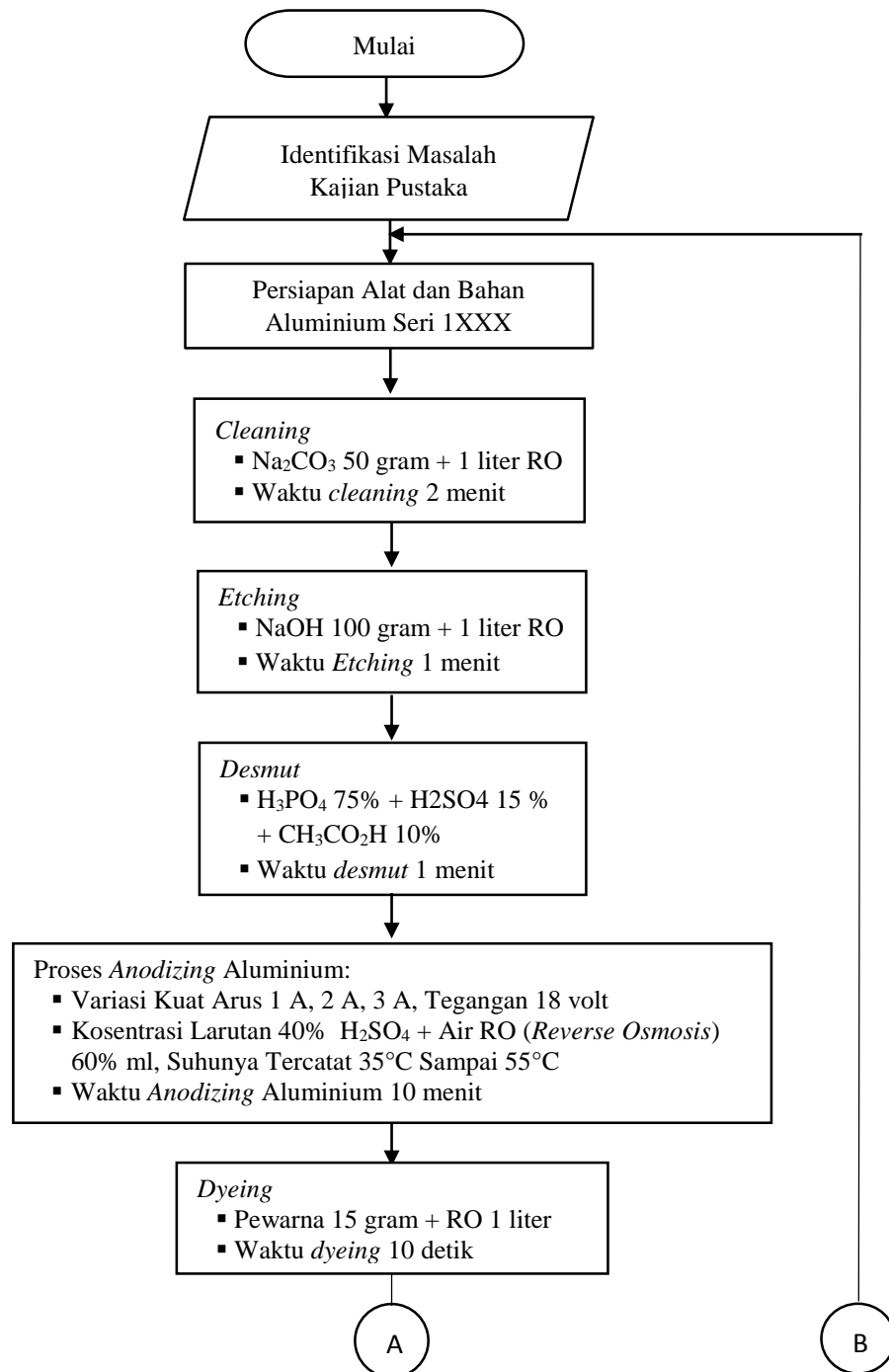
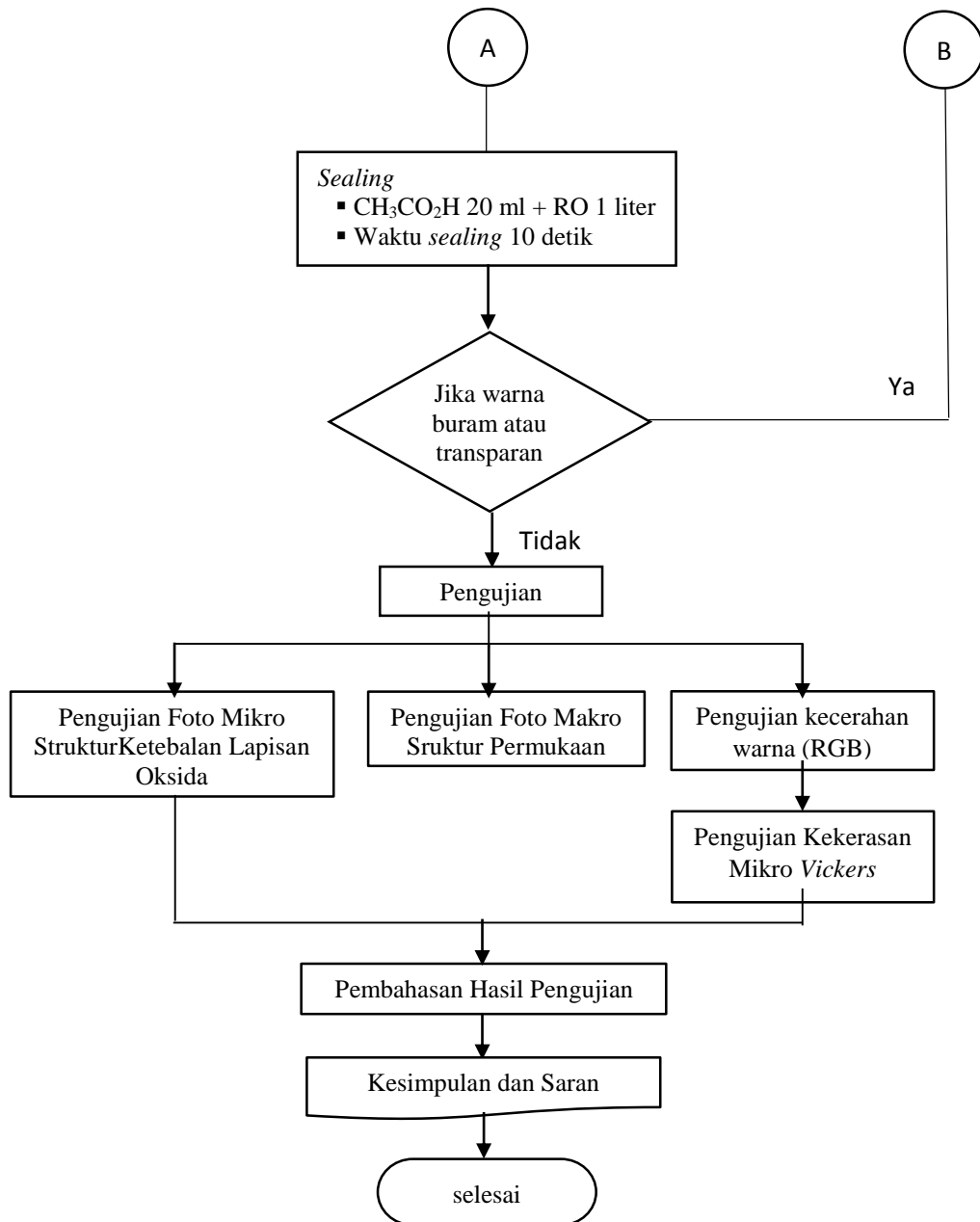


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 3.1 di atas, menunjukkan diagram alir penelitian mulai dari proses awal sampai dengan proses akhir.

3.2. Perencanaan Percobaan

Jumlah sampel untuk uji ketebalan lapisan oksida, struktur makro permukaan dan kekerasan mikro *vickers* permukaan adalah 9 buah spesimen. Jumlah sampel bahan untuk pengujian tersebut adalah dengan mengambil masing-masing satu spesimen dari proses *anodizing* dengan variasi kuat arus listrik.

3.2.1. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1.1. Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. *Power Supply*

Power supply DC adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan arus dan tegangan searah. Besarnya arus DC yang dialirkan dapat diukur dengan menggunakan *Amperemeter* sedangkan untuk mengukur besarnya tegangan DC digunakan *Voltmeter*. Pada penelitian ini menggunakan *power supply* yang arus dan tegangannya dapat diatur secara manual. Besarnya arus dan tegangan DC yang dialirkan sesuaikan dengan kondisi operasi yang dibutuhkan agar proses *anodizing* dapat berlangsung dengan baik. Jenis *power supply* DC yang digunakan adalah merk *ZHIAOXIN*, seri RXN-305D dengan kapasitas 0-5 Ampere dan 0-32 Volt. Dapat ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 DC Power Supply

2. Kabel Penghubung

Kabel penghubung ini berfungsi untuk menghubungkan arus pada proses *anodizing*, kabel penghubung arus terdiri dari 2 bagian, yaitu kabel penghubung arus positif sebagai anoda dan kabel penghubung arus negatif sebagai katoda. Kabel penghubung arus proses *anodizing* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Kabel Penghubung

3. Bak Plastik

Bak plastik yang digunakan adalah berfungsi sebagai tempat larutan bahan kimia yang digunakan dalam proses *cleaning*, *etching*, *desmut*, *anodizing*, *dyeing*, *sealing*. Bak plastik yang berukuran besar dengan volume 6550 ml berjumlah 6 buah dan yang kecil dengan volume 1900 ml berjumlah 1 buah. Dapat ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bak Plastik

4. Semprotan botol

Alat ini digunakan sebagai pencucian atau pembilasan spesimen aluminium setelah tahapan masing-masing proses (*Rinsing*). Yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Semprotan botol

5. Thermometer

Alat ini digunakan untuk mengukur suhu ruangan bak plastik larutan elektrolit pada proses *desmut*, *anodizing*, *dieying* dan *sealing* selama berlangsungnya proses. Pada termometer ini mempunyai ukuran $-10^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Thermometer

6. Gelas Ukur Plastik

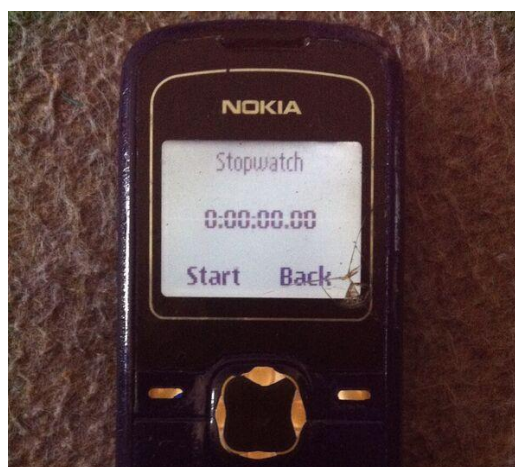
Digunakan untuk mengukur konsentrasi dan takaran campuran larutan elektrolit pada proses *cleaning*, *etching*, *desmut*, *anodizing*, *dyeing* dan *sealing*. Gelas ukur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berkapasitas 1000 ml, dan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Gelas Ukur Plastik

7. Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk mengukur lamanya waktu proses *cleaning*, *etching*, *desmut*, *anodizing*, *dyeing* dan *sealing*. Adapun *stopwatch* yang digunakan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Stopwatch

8. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat bahan kimia soda api (NaOH) dan bahan pewarna yang akan digunakan dalam proses *anodizing*. Merek HENHERR. Kapasitas 1000g/0.1g : 3000g/0.5g : 5000g/1g, dan ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

9. Alat Uji Foto Makro

Alat uji foto mikro berfungsi untuk mengetahui struktur makro pada aluminium setelah proses *anodizing*. Terletak di laboratorium bahan teknik D3 UGM dengan merek OLYMPUS mikroskop dengan pembesaran seimbang SZ404STR-SZ6045TR-SZ1145TR Yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Alat Uji Foto Makro

10. Alat Uji Foto Mikro

Alat uji foto mikro berfungsi untuk mengetahui struktur mikro ketebalan lapisan oksida pada aluminium setelah proses *anodizing*. Terletak di laboratorium D3 bahan teknik UGM dengan merek OLYMPUS model PME3-111B/-312B. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Alat Uji Foto Mikro

11. Alat Uji Kekerasan Mikro *Vickers*

Alat uji kekerasan mikro *vickers* berfungsi untuk mengetahui kekerasan mikro pada aluminium 1XXX setelah proses *anodizing*. Terletak di laboratorium bahan teknik S1 teknik mesin UGM, merek buehler *Higt Quality Micro Hardness Tester* model MM 0054. Adapun alat tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Alat Uji Kekerasan

12. Alat Bantu Lainnya

a. Pinset Penjepit

Pinset penjepit digunakan untuk mempermudah meletakkan dan mengambil spesimen yang dimasukkan kedalam larutan elektrolit pada setiap proses. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pinset Penjepit

b. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari larutan bahan kimia pada setiap proses. Yang dapat ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Sarung Tangan

c. Masker

Masker digunakan untuk melindungi pernapasan dari gas-gas yang ditimbulkan oleh bahan-bahan kimia pada setiap proses berlangsung. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Masker

d. Mistar Baja

Penggaris digunakan untuk mengukur lembaran plat aluminium sebelum dipotong menjadi spesimen. Penggaris yang digunakan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Penggaris

e. Gergaji Tangan

Gergaji tangan digunakan untuk memotong lembaran plat aluminium menjadi spesimen yang sebelumnya sudah ditandai dengan penggaris. Gergaji tangan yang digunakan dapat tunjukan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Gergaji Tangan

f. Amplas

Amplas yang digunakan adalah seri P500, P800, P1000, P2000 dan C5000. Ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Amplas

g. Alat Tulis

Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil data dan fenomena yang didapat selama proses *anodizing* berlangsung, yang dibutuhkan untuk data penyusunan laporan. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Alat Tulis

h. Kamera

Kamera berfungsi sebagai dokumentasi untuk pengambilan gambar pada saat proses berlangsung. Dan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Kamera

3.2.1.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan kimia, diantaranya yaitu :

1. Asam Sulfat (H_2SO_4)

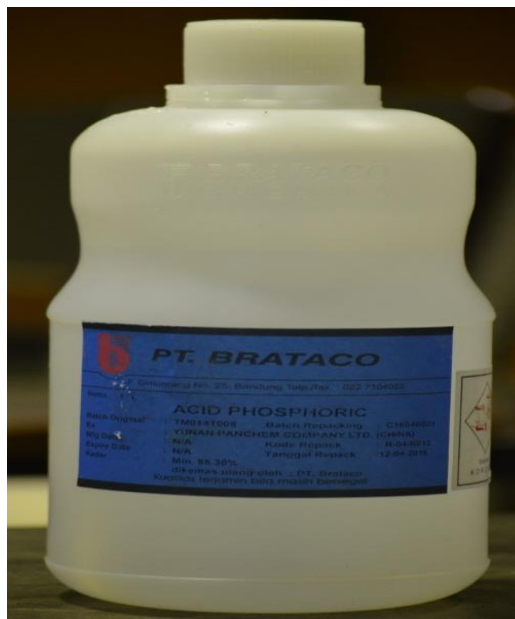
Fungsi dari cairan asam sulfat (H_2SO_4) ini adalah sebagai larutan elektrolit pada proses *anodizing* dan *desmut* yang mengubah permukaan aluminium menjadi aluminium oksida. Asam sulfat yang digunakan adalah asam sulfat teknis dengan konsentrasi kemurniannya sekitar 25 %. Larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang digunakan dalam proses *anodic oxidation* adalah bahan kimia *supliyer* dari MULTI KIMIA, dapat ditunjukkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Asam Sulfat (H_2SO_4)

2. *Phosporic Acid* (H_3PO_4)

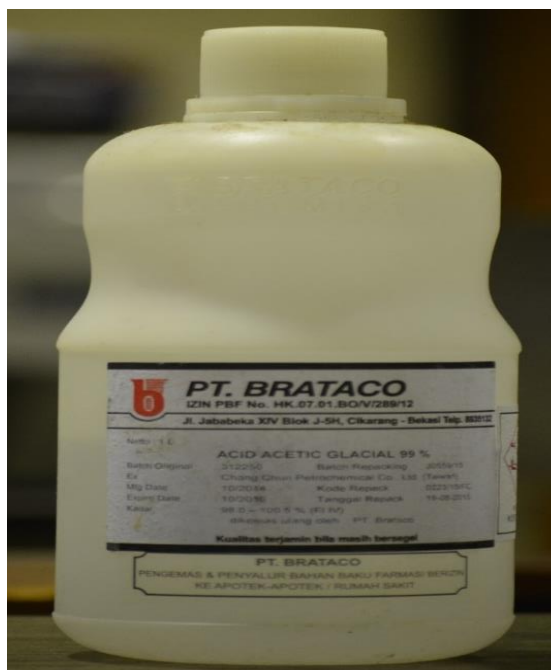
Phosporic acid digunakan sebagai larutan elektrolit pada campuran larutan *desmut* dan *phosphoric acid* yang digunakan pada proses *desmut* ini adalah *phosphoric acid* teknis, produk dari PT. BRATACO. Bahan ini ditunjukkan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 *Phosporic Acid* (H_3PO_4)

3. Asam Cuka/Asam Asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$)

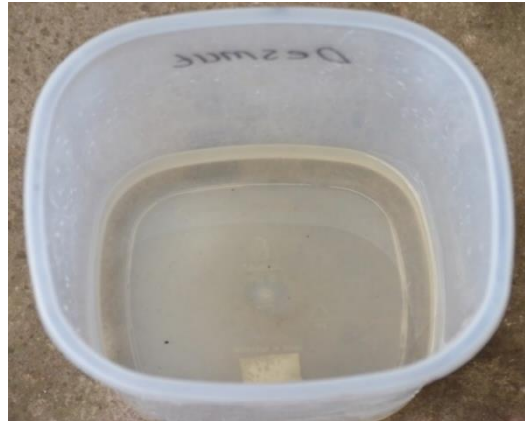
Larutan ini sebagai larutan *desmut* dan *sealing*, pada proses *sealing* ini dilakukan setelah proses pewarnaan *anodic oxidation* selesai. Proses *sealing* merupakan tahap paling akhir dalam *anodizing*, yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan korosi lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium dan menahan pewarna agar tetap berada dalam pori-pori. Larutan asam cuka yang digunakan dengan konsentrasi (20 ml/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Dan bahan ini adalah produk dari PT. BRATACO, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23 Asam Cuka/Asam Asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$)

4. Larutan *Desmut*

Larutan ini berfungsi sebagai larutan pengkilap (*Bright deep*). Komposisi pada larutan desmut adalah campuran dari larutan *phosphoric acid* (H_3PO_4) 75% ditambah asam sulfat (H_2SO_4) 15% dan ditambah asam cuka ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) 10%. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Larutan *Desmut* (*posporik aksit 75%*, *Asam cuka 10%*, *Asam sulfat 15%*)

5. Pewarna *Anodizing*

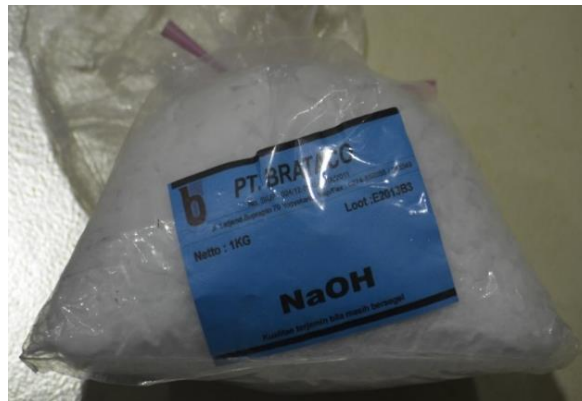
Pewarna *anodizing* digunakan pada proses *dyeing*, larutan ini berfungsi sebagai proses pewarnaan pada pori-pori lapisan oksida yang terbentuk setelah proses *anodizing* dengan konsentrasi yang digunakan (15 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Pewarna *anodizing* ini adalah produk dari U.D AMIR MAHMUD. <http://www.amirmahmudblogspot.com>, dapat ditunjukkan pada Gambar 3.25.



Gambar 3.25 Pewarna *Anodizing*

6. Soda Api (NaOH)

Fungsi dari soda api (NaOH) ini digunakan sebagai larutan *etching*, bahan ini berbentuk padat dengan konsentrasi (100 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Bahan ini adalah produk dari PT. BRATACO, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.26.



Gambar 2.26 Soda Api (NaOH)

7. Deterjen Murni/Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

Deterjen murni atau nama lainnya adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) yang berbentuk serbuk putih, dengan konsentrasi (50 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Deterjen murni digunakan sebagai cairan *cleaning*, sebagai penghilang minyak dan kotoran yang menempel pada permukaan aluminium, serta meningkatkan daya bersih. Bahan ini adalah produk dari PT. BRATACO ditunjukkan pada Gambar 3.27.

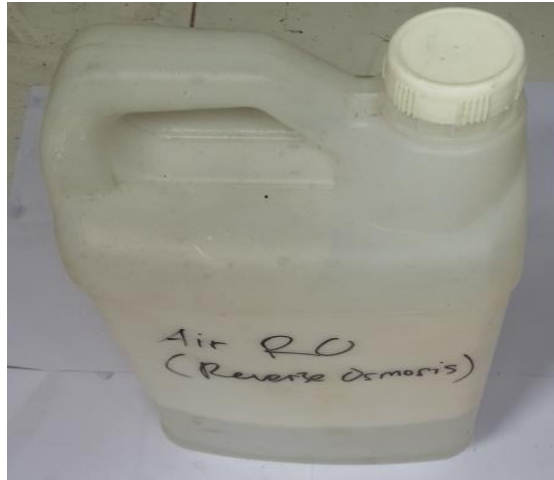


Gambar 3.27 Deterjen Murni/Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

8. Air RO (*Reverse Osmosis*)

Air RO (*Reverse Osmosis*) berfungsi untuk menurunkan kadar kadungan elektrolit dari asam sulfat pada proses *anodizing*. Selain itu juga berfungsi sebagai

campuran larutan seperti pada larutan *cleaning*, *etching*, *sealing* dan *dyeing*, yang ditunjukkan pada Gambar 3.28.



Gambar 3.28 Air RO (*Reverse Osmosis*)

9. Spesimen

Spesimen yang dipakai pada penelitian ini adalah logam plat aluminium seri 1XXX dengan dimensi panjang 50 mm, lebar 30 mm, tebal 3,5 mm. Spesimen logam plat aluminium ditunjukkan pada Gambar 3.29.



Gambar 2.29 Spesimen

10. Plat Aluminium Penghantar

Plat aluminium penghantar ini dipakai sebagai katoda (-) pada proses *anodic oxidation*. Dimensi dari plat aluminium penghantar yaitu panjang 130 mm, lebar 130 mm, tebal 2,8 mm. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.30.



Gambar 3.30 Plat Aluminium Penghantar

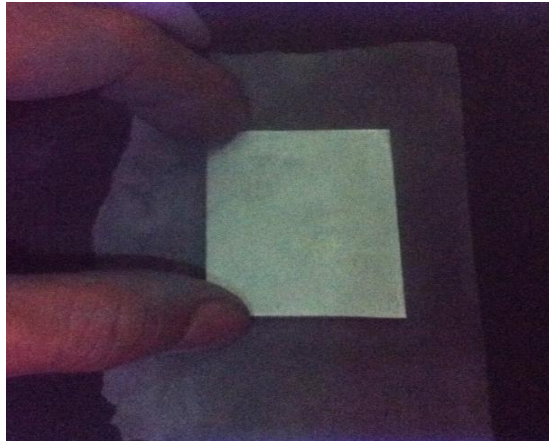
3.3. Pelaksanaan Penelitian

3.3.1. Tahapan-tahapan proses *anodizing* aluminium.

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada proses *anodizing* aluminium diantaranya adalah:

1. Proses Pengamplasan

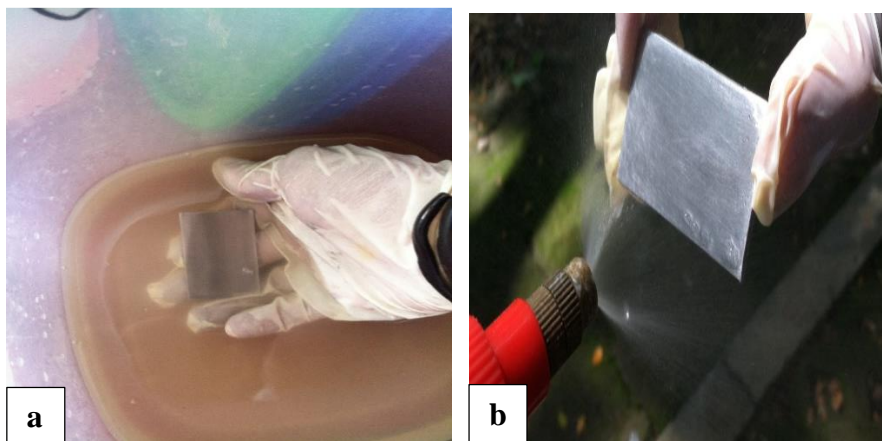
Proses pengamplasan ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada permukaan logam aluminium. Proses pengamplasan ini yaitu menggunakan amplas logam seri P500, P800, P1000, P2000, dan C5000. Proses ini dilakukan secara manual, dengan mengurutkan pengamplasan dari seri P500, P800, P1000, P2000, sampai C5000. Setelah proses pengamplasan selesai kemudian spesimen *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.31.



Gambar 3.31 Proses Pengamplasan Spesimen

2. Proses *Cleaning*

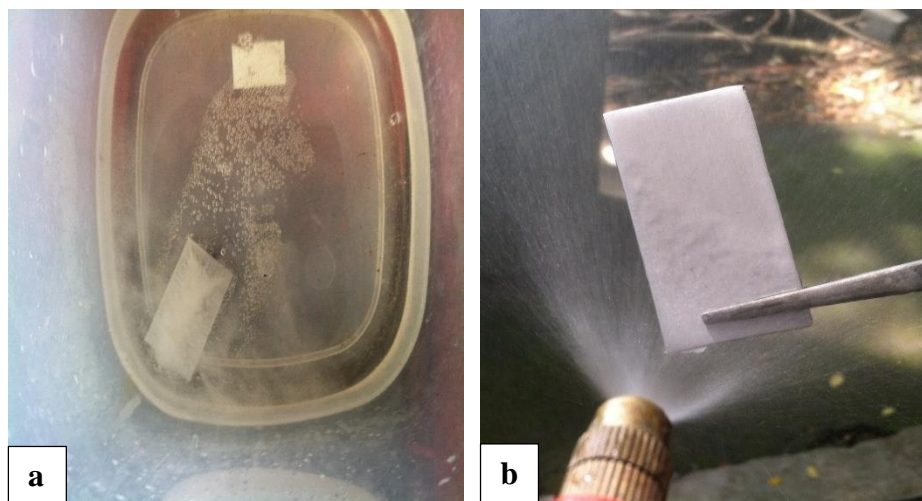
Proses *cleaning* adalah proses pencucian spesimen dengan menggunakan natrium karbonat (Na_2CO_3) yaitu sebuah bahan utama dalam pembuatan detergen yang berfungsi untuk meningkatkan daya bersih pada proses pencucian, konsentrasi yang digunakan pada proses ini (50 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Proses *cleaning* dilakukan selama 2 menit. Fungsi dari proses ini untuk membersihkan spesimen dari kotoran sisa proses pengamplasan dan *polishing*, selain itu juga membersihkan lemak dari pori-pori tangan telanjang dan debu yang menempel pada permukaan spesimen. Setelah proses *cleaning* selesai kemudian spesimen dirinsing menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*). Proses ini ditunjukkan pada Gambar 3.32.



Gambar 3.32 (a). Proses *Cleaning* Spesimen, (b). Proses *Rinsing*

3. Proses *Etching*

Proses *etching* (etsa) adalah proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang tidak dapat dihilangkan dengan proses sebelumnya, baik itu proses *cleaning* dan *rinsing*. Selain itu, proses ini untuk memperoleh permukaan benda kerja yang lebih rata dan halus. Pada proses *etching* menggunakan media soda api (NaOH) dengan konsentrasi (100 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*), dengan menggunakan suhu ruangan bak plastik larutan *etching* $\pm 27-31^{\circ}\text{C}$, kemudian spesimen yang sudah melewati tahap proses *cleaning* dan *rinsing* dicelupkan kedalam larutan *etching* selama ± 1 menit. Setelah proses *etching* selesai spesimen dirinsing menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*). Proses ini ditunjukkan pada Gambar 3.33.

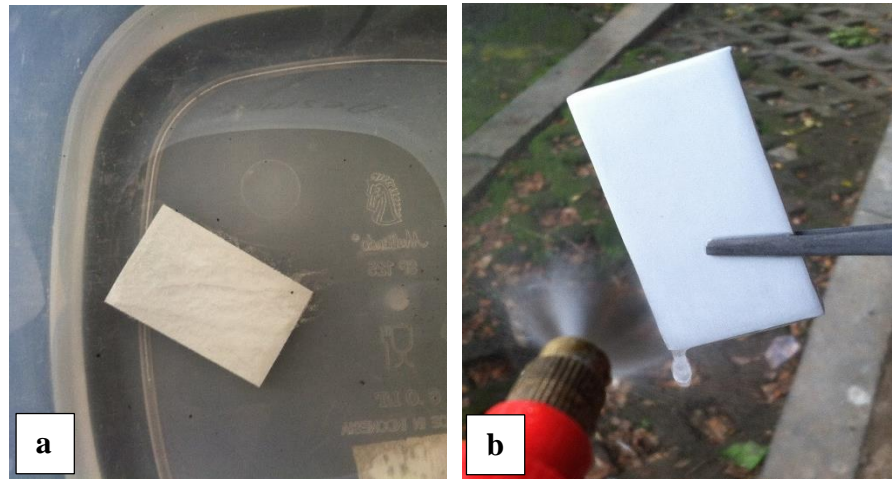


Gambar 3.33 (a). Proses *Etching*, (b). Proses *Rinsing*

4. Proses *Desmut*

Setelah proses *cleaning* dan *etching*, langkah selanjutnya proses *desmut*. Proses *Desmut* adalah suatu proses untuk menghilangkan *smut* pada aluminium. Istilah *smut* sendiri adalah lapisan tipis yang berwarna abu-abu hingga hitam yang berasal dari bahan-bahan paduan pembentuk logam aluminium yang tidak dapat larut dalam larutan *etching*. Selain itu juga berfungsi untuk pengkilapan (*Bright deep*) pada permukaan logam aluminium. Pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam larutan *desmut* dengan komposisi *phosporic acid* (H_3PO_4) 75% dan asam

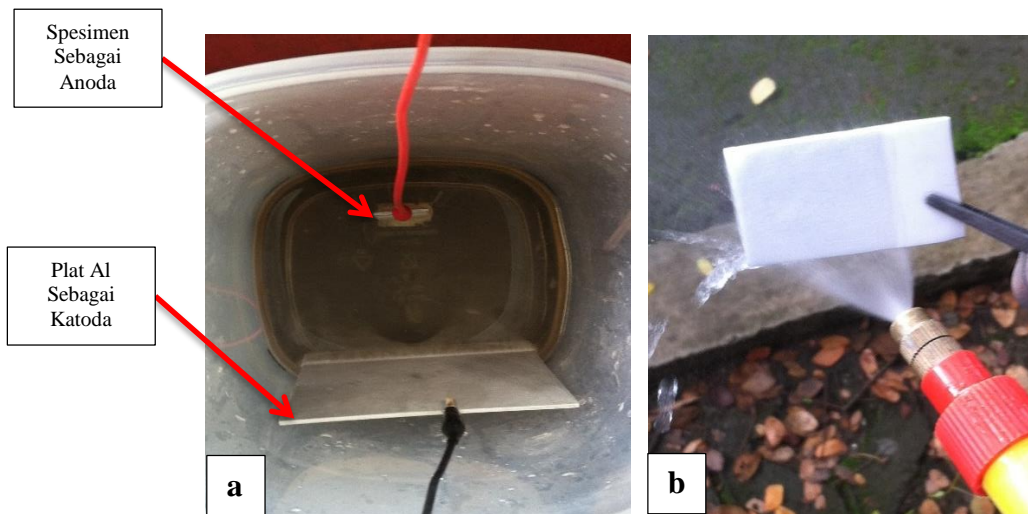
sulfat (H_2SO_4) 15% serta asam cuka ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) 10%, dengan menggunakan suhu ruang bak plastik larutan *desmut* yaitu $\pm 30\text{-}38^\circ\text{C}$, selama 1 menit. Setelah dilakukan proses *desmut* kemudian spesimen *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*). Proses ini ditunjukkan pada Gambar 3.34.



Gambar 3.34 (a). Proses *Desmut*, (b). Proses *Rinsing*

5. Proses *Anodic Oxidation*

Pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam bak plastik yang berisi larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang sudah dicampur dengan air RO (*Reverse Osmosis*), dengan konsentrasi larutan sebesar 400 ml asam sulfat (H_2SO_4) dan 600 ml air RO (*Reverse Osmosis*), dan suhunya tercatat 29°C - 44°C . Pada proses *anodic oxidation* benda kerja sebagai anoda (+) dan aluminium penghantar sebagai katoda (-). Sebelum mencelupkan spesimen larutan, terlebih dahulu mengatur besar tegangan yang digunakan. Tegangan yang dipakai pada proses ini sebesar 18 Volt, Selanjutnya arus listrik pada *power supply* diatur setelah spesimen dicelupkan kedalam larutan dengan variasi arus 1 Ampere, 2 Ampere dan 3 Ampere. Waktu proses pencelupan selama 10 menit. Setelah proses *anodic oxidation* selesai selanjutnya *dirinsing* menggunakan air RO (*Reverse Osmosis*), sebelum dilanjutkan ke proses *dyeing*. Proses *anodic oxidation* ditunjukkan pada Gambar 3.35.



Gambar 3.35 (a). Proses *Anodic Oxidation*, (b). Proses *Rinsing*

6. Proses Pewarnaan (*Dyeing*)

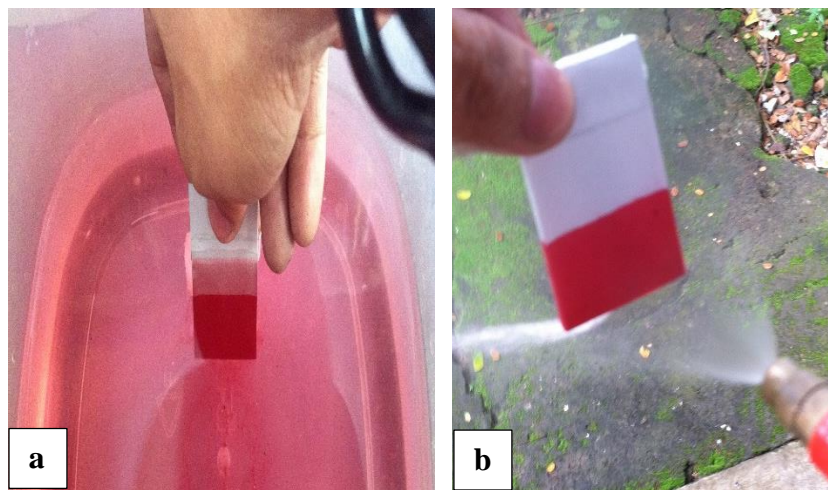
Setelah lapisan oksida terbentuk melalui proses *anodic oxidation*, selanjutnya adalah proses pewarnaan (*Dyeing*). Pada proses ini material dicelupkan kedalam larutan pewarna (15 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*) selama 10 detik. Proses pewarnaan ini berfungsi memberikan warna sesuai dengan warna yang diinginkan untuk menambah nilai dekoratif pada logam aluminium, selain itu juga sebagai lapisan pelindung pada lapisan oksidanya. Proses pewarnaan (*Dyeing*) ditunjukkan pada Gambar 3.36.



Gambar 3.36 Proses *Dyeing*

7. Proses *Sealing*

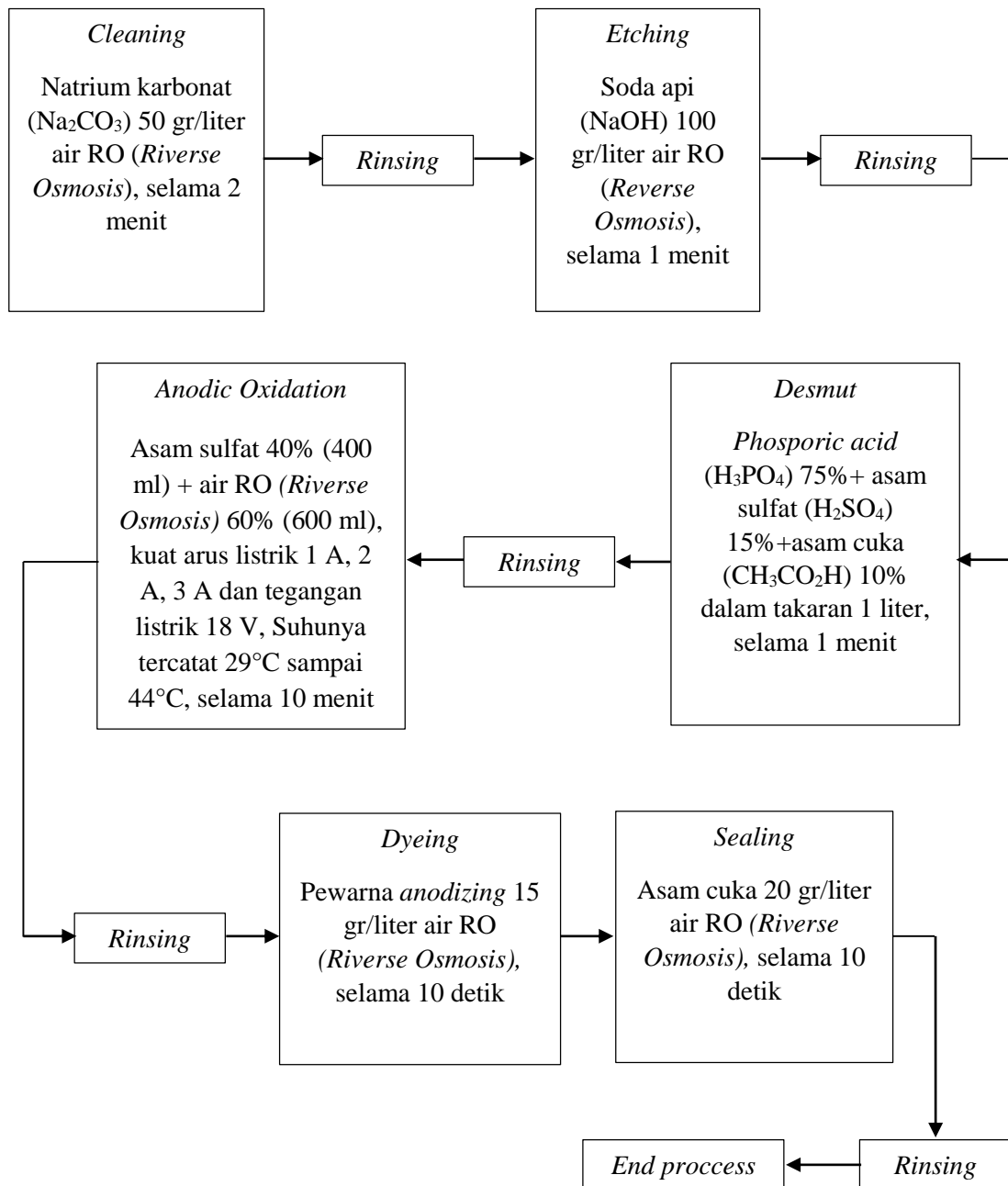
Proses *sealing* adalah untuk menutup kembali pori-pori lapisan oksida yang terbentuk pada proses *anodic oxidation*, selain itu sebagai pengunci warna. Pada proses ini menggunakan larutan asam cuka (20 ml/liter) air RO (*Reverse Osmosis*), dengan lama waktu pencelupan selama ± 10 detik. Proses *sealing* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.37.



Gambar 3.37 (a). Proses *Sealing*, (b). Proses *Rinsing*

3.3.2. Bagan Proses Anodizing

Gambar 3.38 menunjukkan bagan proses *anodizing* mulai dari proses awal sampai dengan proses akhir.



Gambar 3.38 Bagan Proses Anodizing

3.3.3. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian Visual

Langkah kerja pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan *adobe photoshop CS6*.

1. Benda uji difoto meggunakan kamera *smartphone* Oppo f1 selfie 13 MP (*Mega Pixel*).
2. Foto spesimen dimasukkan kedalam *adobe photoshop CS6*.
3. *Klik color picker (Forground color)*.
4. Tentukan 3 titik pengujian warna pada spesimen.
5. Catat hasil masing-masing titik pengujian.

2. Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida

A. Langkah kerja pembuatan spesimen foto mikro

1. Benda uji di-*mounting* dalam kotak akrilik yang dibuat menggunakan resin dan katalis sebagai pemegang pada saat pengujian ditunjukkan pada gambar 3.39



Gamabar 3.39 Resin pemegang spesimen uji struktur mikro

2. Mengamplasan permukaan benda uji yang dengan menggunakan amplas seri 120 sampai 1500, dilakukan secara berurutan dari yang kasar sampai yang paling halus. Dalam pengamplasan digunakan air untuk membasahi amplas yang diputar pada mesin amplas duduk, penggunaan air

dimaksudkan agar dalam proses pengamplasan tidak timbul panas pada permukaan yang diampelas yang bisa menimbulkan perubahan struktur mikro.

3. *Polishing* dilakukan setelah mendapatkan permukaan yang halus, *polishing* menggunakan autosol secukupnya. Usahakan jangan terkena tangan karena akan mengotori permukaan yang sudah di-*polish*.
4. Proses pengetsaan spesimen dilakukan setelah dilakukan proses *polishing*.
 - a) Bahan etsa yang dipakai yaitu nital dan alkohol.
 - b) Pembuatan bahan etsa yaitu nital
 - Menyiapkan larutan HNO_3 65% dari prosentase keseluruhan nital yang akan digunakan.
 - Menyiapkan alkohol sebagai campuran larutan HNO_3 65% sebanyak 97%.
 - Campurkan larutan tersebut dan digunakan untuk etsa.
 - c) Proses pengetsaan spesimen
 - Membersihkan spesimen dengan tisu setelah spesimen dipoles celupkan kedalam larutan nital selama 10 detik.
 - Mencucuci spesimen dengan *aquades*.
 - Memersihkan spesimen dengan mengusap spesimen dengan kapas yang telah dibahasi dengan alkohol.
 - Mengeringkan spesimen.
 - Melihat struktur mikro spesimen pada mikroskop metalografi.
5. Foto mikro dilakukan setelah proses etsa dengan 50 kali perbesaran

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk melihat struktur mikro ketebalan lapisan oksida aluminium setelah proses *anodizing* maupun proses *dyeing*. Fungsi dari *mounting* adalah untuk memudahkan melakukan pengamatan foto struktur mikro pada saat pengujian berlangsung. Selanjutnya spesimen diamati menggunakan mikroskop maka akan terlihat struktur mikro ketebalan lapisan

oksida yang ada pada daerah permukaan aluminium bagian samping setelah proses *anodizing* tersebut.

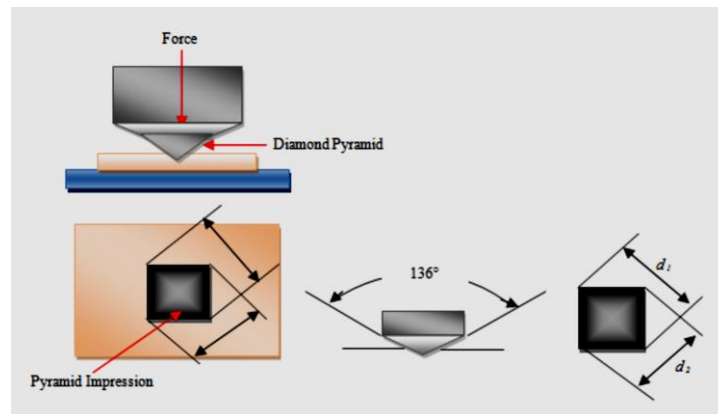
2. Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur makro ini bertujuan untuk melihat struktur makro permukaan aluminium setelah proses *anodizing* maupun proses *dyeing*. pada pengujian ini murni hasil dari proses *anodizing* tanpa *dimounting* dan *dipreparasi* pada bagian permukaan aluminiumnya. Selanjutnya spesimen diamati menggunakan mikroskop maka akan terlihat struktur makro yang ada pada daerah permukaan aluminium setelah proses *anodizing* tersebut.

3. Pengujian Kekerasan Mikro *Vickers*

Pengujian kekerasan mikro *vickers* ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar kekerasan permukaan aluminium setelah proses *anodizing* maupun proses *dyeing*. Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian kekerasan mikro *vickers* adalah sebagai berikut:

Piramida intan yang memiliki sudut bidang berhadapan (136°), ditekankan kepermukaan bagian yang akan diukur dengan pembebanan sebesar 200 gf, kemudian diambil panjang diagonal-diagonalnya dan dari perbandingan antara beban dengan luas tapak penekan. Maka akan didapat hasil kekerasan mikro *vickers* pada bagian permukaan aluminium setelah proses *anodizing* maupun proses *dyeing* tersebut. Pengujian mikro *vickers* serta Bentuk indenter dapat ditunjukkan pada gambar 3.40



Gambar 3.40 Pengujian *Mikro Vickers* serta Bentuk Indentor
(Priyanto 2012)

Untuk menghitung nilai *Vickers hardness number* seperti ditunjukkan pada persamaan 3.1

$$\text{VHN} = \frac{1,854 \times P}{d^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

VHN : *Vickers Hardness Number* (kg/mm²)

P : beban yang dipergunakan (kgf)

D₂ : panjang diagonal rata-rata (μm), dengan d rata-rata