

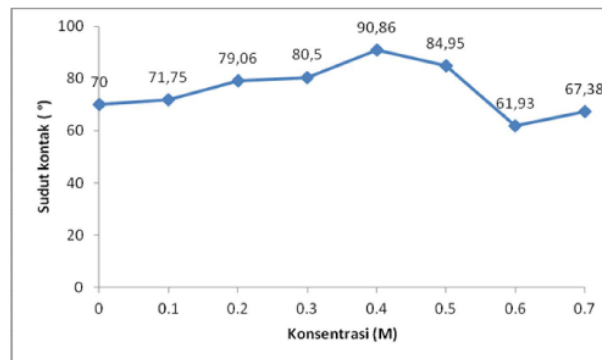
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

1.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait material hidrofobik belakangan ini telah menarik perhatian para peneliti baik dari dunia akademik maupun industri. Ketertarikan terhadap material hidrofobik dilatar belakangi oleh fenomena *self-cleaning* yang dapat kita jumpai di alam. Ketika tetesan air jatuh di atas permukaan daun lotus, air akan berbentuk bulatan-bulatan kemudian menggelinding membawa polutan atau debu yang menempel pada permukaan daun. Fenomena ini sering dikenal sebagai “*Lotus effect*” (Barthlott and Neinhuis, 1997). Permukaan daun lotus bersifat superhidrofobik karena mampu menghasilkan sudut kontak air yang tinggi ($> 130^\circ$) (Yang dkk., 2008). Peneliti sebelumnya (Saputra and Dahlan 2016). membahas tentang pelapisan pada besi dengan metode elektrodposisi kromium yang dicampur dengan TiO_2 untuk memperoleh sifat hidrofobik, maka untuk dapat memperoleh sifat hidrofobik pada material logam besi dilakukan penelitian terhadap sintesis lapisan kromium yang dicampur TiO_2 menggunakan metode pembuatan elektrodposisi. Lapisan Kromium dicampur TiO_2 telah disintesis pada substrat besi dengan menggunakan prekursor Asam kromat dan $TiCl_3$. Lapisan kromium dicampur TiO_2 disintesis dengan metode elektrodposisi pada tegangan 3 V dan 4 V dengan variasi konsentrasi $TiCl_3$ 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M; 0,5 M; 0,6 M; 0,7 M; 0,8 M; 0,9 M; dan 1,0 M. Material yang digunakan pada penelitian ini ialah besi yang dipotong dengan ukuran 1 cm x 2 cm. Larutan yang digunakan ialah asam kromat dan $TiCl_3$. Dengan variasi konsentrasi larutan $TiCl_3$ yaitu 0,1M, 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5M, 0,6M, 0,7M, 0,8M, 0,9M, 1,0M. Untuk dapat memiliki lapisan kromium dan TiO_2 pada substrat besi, substrat tersebut direndam ke dalam larutan yang sudah dipersiapkan dengan dialiri tegangan 3 V selama 20 s, lalu untuk sampel lainnya dilakukan hal yang serupa akan tetapi dengan dialiri tegangan sebesar 4 V. Substrat yang terlapsi kromium dan TiO_2 , dikeringkan dengan tisu bersih dan disimpan di dalam desikator. Untuk dapat mengetahui jenis material yang terbentuk pada substrat

maka dilakukanlah indentifikasi material dengan menggunakan EDX, sehingga dapat diketahui jenis material apakah yang telah terbentuk pada lapisan kromium dan TiO_2 pada substrat. Selanjutnya karakterisasi morfologi permukaan lapisan TiO_2 dengan menggunakan alat Scanning Elektron Mikroskop (SEM), lalu dilakukan pengujian sudut kontak untuk mengetahui nilai hidrofobisitas lapisan TiO_2 dengan cara memotret tetesan air yang berada di atas sampel lalu kemudian dilakukan pengukuran sudut elevasi yang telah terbentuk antara air dengan permukaan.

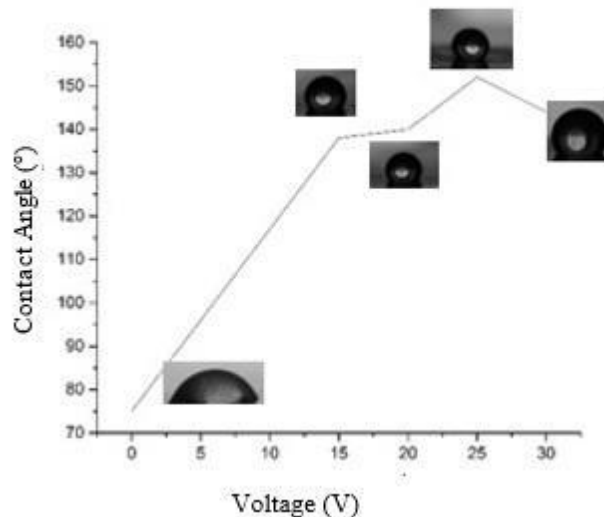


Gambar 1.1 Grafik hasil hubungan konsentrasi dengan sudut kontak hasil elektrodeposisi pada tegangan 4 V (Saputra and Dahlan, 2016).

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa sudut kontak yang dihasilkan meningkat hingga konsentrasi 0,4 M $TiCl_3$, sedangkan konsentrasi 0,5 M $TiCl_3$ hingga 0,7 M $TiCl_3$ sudut kontak terlihat turun. Nilai sudut kontak tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 0,4 M $TiCl_3$ dengan besaran sudut kontak 90,86°, hal ini menunjukkan bahwa permukaan memiliki sifat hidrofobik (sudut kontak $>90^\circ$). Hasil nilai sudut kontak berbeda-beda, karena diakibatkan oleh perlakuan konsentrasi yang mempengaruhi bentuk morfologi lapisan yang dihasilkan yang kemudian akan menentukan permukaan material memiliki sifat hidrofilik atau hidrofobik. Pada konsentrasi $TiCl_3 < 0,4$ M dihasilkan sudut kontak $< 90^\circ$ hal ini dikarenakan konsentrasi $TiCl_3$ yang kecil sehingga mengakibatkan kurangnya TiO_2 yang terdapat dalam larutan sehingga mengakibatkan penyebaran menjadi tidak merata, sedangkan pada konsentrasi $TiCl_3 > 0,4$ M dihasilkan sudut kontak $< 90^\circ$ hal ini dikarenakan terdapat HCl (asam klorida) yang

menimbulkan permukaan lapisan substrat tergores dan penyebaran TiO_2 menjadi tidak merata. Pada konsentrasi $TiCl_3$ 0,4 M dihasilkan sudut kontak $> 90^\circ$ hal ini disebabkan karena penyebaran TiO_2 pada permukaan lapisan merata dan halus yang kemudian dilihat dengan menggunakan SEM.

Mokhtari, et al (2017), mengatakan pembuatan permukaan hidrofobik pada paduan aluminium 6061 dapat dilakukan dengan proses anodisasi yang dimodifikasi oleh asam stearate (STA). Pembentukan kekasaran yang seragam pada anodik aluminium oksida (AAO) yang dibuat dengan satu langkah anodisasi dan dimodifikasi secara kimia oleh asam stearat (STA) memiliki sifat super-hidrofobik. Perlakuan sebelum dan sesudah proses anodisasi memainkan peran penting dalam mengikat STA ke permukaan AAO. Menurut sudut kontak yang diperoleh dari AAO dan aluminium oksida anodik yang dimodifikasi oleh STA, sebesar 152° . Proses anodisasi dilakukan dengan memvariasi voltase dari 15, 20 dan 25 Volt selama 1 jam dengan menggunakan 15% elektrolit H_2SO_4 . Pada penelitian ini menggunakan lembaran aluminium (Al 6061, 40×40 mm, tebal 0,6 mm), sodium hidroksida, asam nitrat (65%), H_2SO_4 (95-98%) dan STA (97%). Sedangkan untuk pengamatan morfologi permukaan menggunakan alat FESEM (Mira 3-XMU) dan SEM (Seron ALS2300C) dan struktur kimia diperiksa menggunakan EDS (VEGA \ TESCAN-XMU).



Gambar 1.2 Grafik sudut kontak (Mokhtari, et al 2017).

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa untuk sampel yang dimodifikasi oleh STA, dengan meningkatkan voltase anodisasi menjadi 25 volt, sudut kontak meningkat. Untuk Anodik Aluminium Oksida (AAO) dimodifikasi oleh STA, menunjukkan bahwa sudut kontak yang diperoleh dari voltase 15, 20, dan 30 volt tidaklah setinggi pada voltase 25 volt. Meningkatkan voltase hingga 30 volt hanya menurunkan sudut kontak sekitar 135°. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tegangan optimal perlakuan anodisasi untuk lapisan superhidrofobik pada aluminium 6061 menurut data eksperimen adalah 25 volt yaitu sekitar 152°.

(Fu and He 2008), Pembuatan permukaan superhidrofobik pada substrat paduan aluminium dapat dilakukan dengan metode roughening permukaan, kombinasi roughening mekanis dan etsa kimia. Bahan yang digunakan untuk pembuatan permukaan hidrofobik sangatlah banyak antara lain paduan aluminium foil (dikenal sebagai 8011 Al di bidang teknik), yang komposisinya meliputi Si 0,5-0,9%, Fe 1,2-2,0%, Cu 0,1%, Mn 0,05%, pengotor lainnya 0,15%, dan elemen sisa Al, digunakan sebagai substrat. Metallographic kertas abrasif, asam nitrat (HNO_3 , 65%), tembaga nitrat trihidrat ($Cu(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$), decyltriethoxysilane, hexamethylenetrtramine, aseton,

dan air ultra murni. Mikrostruktur dan keterbasahan permukaan superhidrofobik dapat diamati dengan SEM, EDX, XPS dan pengukuran sudut kontak air. Morfologi paduan aluminium diolah pada berbagai macam kondisi dan diamati menggunakan mikroskop elektron scanning (SEM, LEO 1530 VP) pada 20 kV. Pengukuran sudut kontak air dilakukan dengan menggunakan OCA15. Untuk mencapai hidrofobitas, perlu dilakukan modifikasi sampel paduan aluminium kasar dengan silanmolekul DTS. Pengukuran XPS dilakukan untuk menyelidiki kondisi kimia permukaan sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan DTS. Paduan aluminium adalah jenis bahan hidrofilik dengan asli lapisan teroksidasi, sudut kontak airnya sekitar 82,18. Setelah memodifikasi dengan DTS, sudut kontak meningkat menjadi 98,68. Untuk mencapai nilai sudut kontak air yang tinggi (lebih besar dari 150), kekasaran permukaan sering disesuaikan untuk memperkuat permukaan hidrofobitas. Pada penelitian ini menyiapkan sampel paduan aluminium sampai tiga jenis metode roughening yaitu roughening mekanis dengan kertas abrasif metalografi, etsa kimia dengan larutan Cu (NO₃)₂ dan HNO₃, dan kombinasi roughening mekanis dan etsa kimia. Kemudian sampel diobati dengan DTS. Sampel yang sesuai dilambangkan dengan M1, C2 dan MC3.

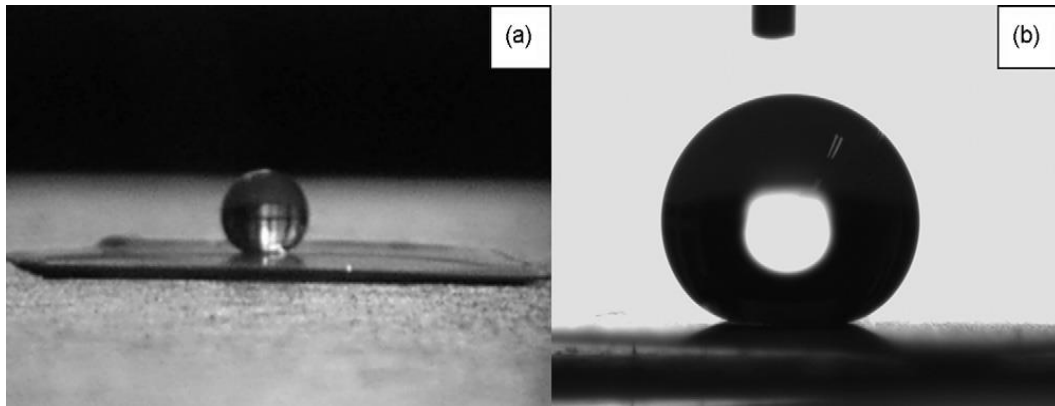
Tabel 1.1 Static contact angles on the surface of different samples

	Samples			
	Flat surface	M1	C2**	MC3**
Contact angles (°)	98.6	100.9	146.8	159.7

*All samples were treated by DTS.

** Chemical etchants were mixture solution of 5% HNO₃ and 4.1 mM Cu(NO₃)₂.

Hasilnya tercantum dalam Tabel 2.1 jelas bahwa tidak masalah metode roughening, sudut kontak air pada permukaan kasar meningkat dibandingkan dengan yang permukaan rata. Selanjutnya, permukaan MC3 menunjukkan superhydrophobicity dengan sudut kontak air yang tinggi sekitar 160°.



Gambar 1.3 (a) Sudut kontak air 160° diambil dari jarak jauh. (b) Sudut kontak air 160° diambil dari jarak dekat (Fu and He 2008).

Dari hasil roughening dapat dilihat pada tabel 2.1 bahwa hasil dari metode roughening menghasilkan sudut kontak tertinggi yaitu 160° .

Yufen Zhang et al (2017), pada penelitian ini pelapisan hidrofobik pada magnesium dengan cara memberikan pelapisan yang didiodakan secara katodik pada magnesium pra-perlakuan PEO (plasma electrolytic oxidation) menggunakan sel dua elektroda, di mana spesimen pra-perlakuan PEO digunakan sebagai katoda dan lembaran grafit digunakan sebagai anoda. Elektrolit mengandung $0,05 \text{ mol / L Ca (NO}_3)_2$ dan $0,05 \text{ mol / asam stearat}$ dalam etanol ($\geq 99,5\%$) sebagai pelarut. Proses deposisi dilakukan pada 50 V selama 60 menit dengan menggunakan catu daya DC (EA-PS 8720-15, Elektro-Automatik GmbH) pada mode kontrol tegangan pada suhu kamar.

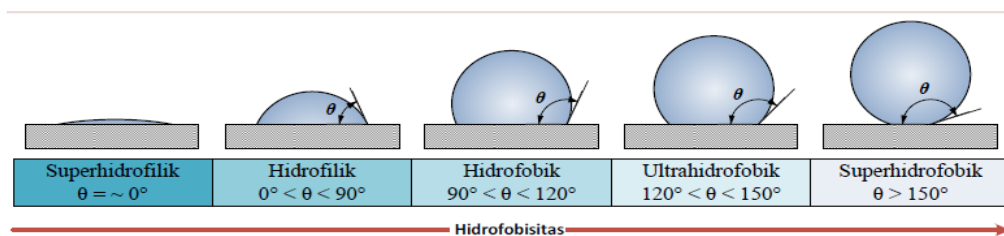
1.2 Dasar Teori

1.2.1 Hidrofobisitas

Secara umum, keterbasahan diklasifikasikan kedalam dua istilah, tergantung pada nilai sudut kontak yaitu hidrofilik dan hidrofobik. Pada permukaan yang memiliki sifat hidrofilik, maka air akan langsung membasahi permukaan. Sedangkan pada permukaan yang memiliki sifat hidrofobik, maka pembasahan pada permukaan oleh air tidak terjadi. Hidrofobisitas pada suatu permukaan dapat dilihat dengan nilai sudut kontak, hysteresis sudut kontak dan sudut geser (Wenten, et al. 2015).

Sudut Kontak

Sudut kontak ialah sudut yang dibentuk dari sebuah garis singgung benda terhadap cairan pada garis kontak dan sebuah garis yang melalui dasar dari tetes cairan.

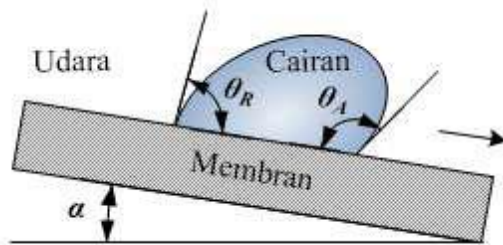


Gambar 1.4 Profil tetesan air dan sudut kontak pada permukaan dengan hidrofobisitas yang berbeda (Wenten, et al. 2015).

Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa pembasahan permukaan dapat dipengaruhi oleh kekasaran dan ketergantungan keterbasahan pada nilai kekasaran dapat diukur. Sehingga menunjukkan hubungan antara kemampuan keterbasahan dan kekasaran.

Sudut Geser

Sudut geser adalah sudut kritis dimana tetes air dengan berat tertentu mulai untuk tergelincir kebawah pada pelat miring.



Gambar 1.5 Sudut geser (α) dari tetes cairan diatas permukaan membran.

Menurut Wenten et al (2015) Sudut geser tergantung pada kekuatan interaksi antara cairan dan padatan. Sudut geser dapat dideskripsikan dengan persamaan Furmidge (persamaan 2.1).

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = \sigma w (\cos \theta R - \cos \theta A) \quad \dots\dots\dots 2.1$$

α : sudut geser, g : percepatan gravitasi, m adalah berat (Wenten, et al. 2015).

1. Alumunium

Sebelum memberikan perlakuan reaksi kimia pada material alumunium, maka langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengamplas permukaan alumunium yang akan diberikan sifat hidrofobik. Hal ini dimaksudkan untuk menaikkan hidrofobisitas permukaan material. Semakin kasar suatu permukaan atau semakin sedikit bagian permukaan air yang menyentuh permukaan, maka air semakin setimbang. Dengan adanya kesetimbangan pada air inilah yang menyebabkan air tetap berbentuk bola sehingga tidak akan membasahi permukaan (Rohmah and Zainuri 2016).

2. Larutan Asam Stearat

Asam stearat ialah asam lemak jenuh yang diperoleh dari lemak hewani serta minyak masak. Bentuknya padat pada suhu ruang, dan rumus kimianya adalah $CH_3(CH_2)_{16}COOH$. Asam stearat memiliki titik didih $361^\circ C$ dan titik lebur $69,9^\circ C$. Tidak terdapatnya ikatan rangkap pada asam stearat merupakan keunggulan tersendiri sifat jenuhnya ini membuat asam stearat tahan terhadap oksidasi (Zahir 2012).

3. Larutan Etanol

Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan 2 atom karbon (C). Jenis alkohol yang banyak digunakan adalah CH_3CH_2OH dan disebut metil alkohol (metanol), C_2H_5OH yang diberi nama etil alkohol (etanol), dan C_3H_7OH yang disebut isopropil alkohol. Dalam dunia perdagangan alcohol sering disebut dengan etanol atau etil alcohol atau metil karbinol dengan rumus kimia C_2H_5OH atau CH_3CH_2OH dengan titik didihnya $78,4^\circ C$. (Rama, 2008). Etanol memiliki sifat tidak berwarna, volatil dan dapat bercampur dengan air (Kartika dkk., 1997). Karena sifat alcohol yang tidak beracun maka bahan ini banyak digunakan sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol merupakan jenis pelarut polar (Maulida and Zulkarnaen, 2010). Ada 2 jenis etanol menurut Rama (2008), etanol sintetik sering disebut metanol atau metil alcohol atau alkohol kayu, terbuat dari etilen, salah satu derivat minyak bumi atau batu bara. Bahan ini diperoleh dari sintesis kimia yang disebut hidrasi, sedangkan bioetanol direkayasa dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (enzimatik dan fermentasi).

Tabel 1.2 Sifat Etanol (Kirk and Othmer 1951).

Keterangan	Nilai
Titik didih normal °C, 1 atm	+78,32
Suhu kritis, °C	243,1
Tekanan kritis, Kpa	6383,48
Volume kritis, L/mol	0,167
Densitas, d_4^{20} , g/ml	0,7893
Viskositas pada 20°C, mpa.s (=cP)	1,17
Kelarutan dalam air pada 20 °C	Saling larut
Autoignition temperature, °C	793,0
Titik nyala, °C	14

4. Aseton

Aseton dikenal sebagai propanon, dimetil keton, 2-propanon, propan-2 on, dimetilformaldehida, dan β -ketopropana yaitu senyawa yang berbentuk cairan tidak berwarna dan mudah terbakar.

Karakter aseton :

1. Rumus molekul : CH_3COCH_3
2. Berat molekul : 50,1 kg/mol
3. Melting point : - 94,6 oC
4. Spesifik gravity : 0,7863 (25 oC)

Aseton dapat digunakan untuk mengaktifkan karbon arang dari batok kelapa. Carbon dari proses carbonasi batok kelapa yang merupakan bahan penutup porinya adalah tar,

akan diekstraksi dengan dikontakkan dengan aseton (Suhartono, Hendri and Sumarno 1988). Aseton baik digunakan untuk mengencerkan resin kaca serat, membersihkan peralatan kaca gelas, dan melarutkan resin epoksi dan lem super sebelum mengeras. Aseton dapat melarutkan berbagai macam plastik dan serat sintetis (Maulida and Zulkarnaen ,2010).

1.3 Alumunium

Aluminium adalah logam *non ferro* yang mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah berat jenis yang ringan, ketahanan korosi, dan hantaran listrik yang baik. Karena sifat tersebut pemakaian aluminium dalam dunia industry yang semakin tinggi, sehingga pengembangan sifat dan karakteristik aluminium terus menerus ditingkatkan. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yaitu dengan meningkatkan perpaduan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dsb, secara satu persatu atau bersama-sama, yang akan memberikan sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dsb. Material ini digunakan di segala bidang bukan hanya untuk peralatan rumah tangga tetapi juga digunakan untuk keperluan material konstruksi, pesawat terbang, kapal laut, mobil (Surdia and Saito 1999).

Terdapat beberapa sifat yang dimiliki oleh aluminium diantaranya :

- a) Penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor).

Konduktifitas listrik dari aluminium dua kali lebih besar dari pada tembaga dengan perbandingan berat yang sama. Sehingga cocok apabila digunakan dalam kabel transmisi listrik. Sedangkan konduktifitas panas dari aluminium tiga kali lebih besar dari besi ,sehingga aplikasinya banyak digunakan pada alat penukar kalor, radiator mobil dan sebagainya.

- b) Mudah difabrikasi.

Aluminium merupakan salah satu logam yang mudah dibentuk dan mudah dalam fabrikasi ekstrusi, bending, rolling, casting, forging, drawing dan machining. Struktur kristal aluminium ialah struktur kristal FCC (Face Centerd Cubic), sehingga

aluminium memiliki keuletan meskipun pada temperature yang sangat rendah. Bahkan aluminium mudah untuk dibentuk menjadi bentuk yang kompleks dan tipis, lembaran aluminium foil, gording dan lain sebagainya.

c) Ringan

Aluminium memiliki sifat yang ringan, lebih ringan dari pada magnesium dengan densitas sekitar 1/3 dari densitas besi. Kekuatan dari paduan aluminium dapat mendekati dari kekuatan baja karbon dengan kekuatan tarik 700 Mpa (100 Ksi). Kombinasi ringan dengan kekuatan yang cukup baik membuat aluminium sering digunakan pada alat-alat konstruksi, pesawat terbang, kendaraan bermotor.

d) Tahan korosi

Aluminium memiliki ketahanan korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi ialah pembentukan lapisan pelindung yang diakibatkan oleh reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut dapat melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Hal tersebut mampu terjadi dikarenakan permukaan aluminium dapat membentuk lapisan alumina (Al_2O_3) bila reaksi dengan oksigen.

e) Memiliki kekuatan yang rendah, tetapi paduan (*alloy*) dari aluminium mampu meningkatkan sifat mekanisnya.

Aluminium tidak akan getas pada temperature rendah hingga $-100^{\circ}C$, bahkan aluminium akan menjadi keras dan meningkat ketangguhannya. Sehingga aluminium dapat diaplikasikan pada material bejana yang beroperasi pada temperature rendah. Aluminium murni memiliki sifat yang sangat lunak dan tidak kuat akan tetapi dapat dicampur dengan Tembaga, Magnesium, Silicon, Mangan, dan unsur-unsur lainnya untuk membentuk kekuatan sifat-sifat mekanisnya (Surdia dan Saito, 1992).

1. Aluminium Murni

Aluminium memiliki berat jenis $2,7 \text{ gram/cm}^3$, sepertiga dari berat jenis baja ($7,83 \text{ gram/}$), tembaga ($8,93 \text{ gram/}$), atau kuningan. Aluminium juga memiliki ketahanan korosi yang baik di lingkungan yang memiliki air (air garam), udara, petrokimia, dan

lingkungan lainnya. Dilihat dari konduktivitas thermalnya alumunium diantara 50-60 % dari tembaga, dan memiliki sifat nonmagnetic dan tidak beracun (Surdia and Saito 1995).

2. Alumunium Paduan

Alumunium dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu heat treatable dan non heat treatable. Pada paduan alumunium non heat treatable, alumunium dapat diperkuat dengan perlakuan dingin, dan perlakuan panas dengan melakukan metode annealing untuk memperlunak alumunium akibat dari proses pengerasan (Surdia and Saito 1995).

Tabel 1.3 Karakteristik Alumunium (Irawan 2013)

Sifat-Sifat	Alumunium murni tinggi
Struktur Kristal	FCC
Densitas pada 20°C (sat.10 ³ kg/m ³)	2.698
Titik cair (°C)	660.1
Koefisien mulur kawat 20°-100°C (10 ⁻⁶ /K)	23.9
Konduktivitas panas 20°-100°C (W/(m.K)	238
Tahanan listrik 20°C (10 ⁻⁸ KΩ.m)	2.69
Modulus elastisitas (GPa)	70.5
Modulus kekuatan (GPa)	26.0