

## PENGARUH WAKTU PERENDAMAN TERHADAP SUDUT KONTAK AIR PADA LAPISAN HIDROFOBİK PERMUKAAN ALUMINIUM

Setiaji Gunawan, Aris Widy Nugroho, Muhammad Budi Nur Rahman  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183  
e-mail: [setiajigunawan77@gmail.com](mailto:setiajigunawan77@gmail.com)

### Intisari

Penelitian ini mengembangkan metode yang mudah dan ramah lingkungan untuk mendapatkan sifat hidrofobik pada paduan aluminium. Permukaan aluminium superhidrofobik dibuat dengan pengolahan air mendidih dan modifikasi asam stearat-etanol-H<sub>2</sub>O. Metode yang dilakukan adalah dengan memoles terlebih dahulu aluminium dengan amplas dan dibersihkan menggunakan alat ultrasonic cleaner dengan larutan aseton dan yang kedua air deionisasi. Setelah proses pembersihan selesai, aluminium direndam pada air mendidih kurang lebih selama 5 menit setelah itu dilanjutkan merendam pada larutan kimia asam stearat-etanol-H<sub>2</sub>O selama variasi waktu 20,25,30,35 jam dengan suhu konstan 60°C. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan tersebut tingkat penolakan air semakin meningkat seiring bertambahnya variasi perendaman pada larutan kimia asam stearat-etanol-H<sub>2</sub>O. Hal ini dibuktikan dengan sudut kontak air yang semakin tinggi pada variasi waktu 30 jam dengan sudut kontak air mencapai 143° dan memiliki sudut geser sebesar 8,76°. Hasil sudut kontak air diperkuat berdasarkan pengamatan hasil SEM antara aluminium dengan waktu perendaman larutan kimia 20 jam dan 30 jam yang mana lapisan kasar berbentuk seperti bunga lotus lebih terlihat besar dan merata pada perlakuan 30 jam.

**Kata kunci:** Aluminium, Hidrofobik, Sudut Geser, Sudut Kontak Air.

### I. Pendahuluan

Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap material yang bersifat anti air dikarenakan adanya potensi yang bagus dalam pengaplikasiannya. Karena penolakan air yang luar biasa telah memunculkan potensi yang baik seperti pembersihan diri, anti-icing, ketahanan korosi, pengurangan drag, dan sebagainya. Sifat yang tidak mampu atau menerima adanya air disebut dengan hidrofobik. Untuk mendapatkan sifat hidrofobik pada permukaan aluminium perlu perlakuan khusus salah satunya dengan memadukan unsur lain. Teknologi ini diadopsi dari kemampuan daun talas dalam menolak air. Daun talas mempunyai struktur permukaan yang unik sehingga mampu menahan air yang jatuh pada permukaannya. Butiran air yang berbentuk bulat dan dapat menggelinding diatas daun talas dapat mengangkat partikel kotoran yang menempel sehingga disebut dengan *self-cleaning* (mampu membersihkan dirinya sendiri). Kemampuan daun talas yang dapat menolak air tersebut disebut hidrofobik (Pambudi and Zainuri 2016). Sifat

hidrofobik dapat terjadi apabila sudut kontak air berkisaran 90°-180° sehingga penolakan air menjadi lebih tinggi dan mengakibatkan kotoran yang berada pada permukaan akan terbawa oleh air dan ikut menggelinding kebawah (Li, et al. 2014).

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan sifat hidrofobik. Kwon, et al. (2003) telah melakukan uji coba pembuatan sifat hidrofobik pada permukaan logam dengan proses fabrikasi permukaan logam superhydrophobic menggunakan ablasi laser dan elektrodeposisi. Morfologi permukaan berubah relatif terhadap parameter proses ablasi laser dan proses elektrodeposisi. Pembuatan lapisan hidrofobik juga dilakukan oleh Mokhtari, et al. (2017) dengan menggunakan metode anodisasi satu langkah dan dimodifikasi oleh bahan energy permukaan rendah. Dengan menggunakan metode tersebut didapatkan sudut kontak aluminium yang dianodisasi dan dimodifikasi oleh asam stearat (STA), berkisaran 152°. Namun metode tersebut kurang ramah lingkungan dan mahal. Pada penelitian Feng, et al. (2013) menjelaskan bahwa asam stearat,

etanol dan air deionisasi adalah bahan yang ramah lingkungan dan mudah ditemukan. Metode untuk mendapatkan sifat hidrofobik cukup simpel dan mudah yaitu dengan memoles aluminium terlebih dahulu lanjut dibersihkan menggunakan ultrasonic cleaner setelah itu direndam pada air mendidih selama kurang lebih 5 menit dan dilanjutkan perendaman pada larutan kimia dengan variasi waktu 5,10,15,20 jam dengan suhu konstan 60°C. Hasil yang didapat sudut kontak air mencapai 155°.

Dari beberapa metode tersebut metode inilah yang mudah dilakukan dan menggunakan alat yang mudah diperoleh. Sehingga penelitian kali ini dapat langsung dilakukan mudah, murah dan ramah lingkungan. Material yang digunakan untuk penelitian adalah aluminium alloy 1100 yang direndam pada air mendidih dan dilanjutkan pada larutan kimia. Tetapi terjadi perubahan variasi waktu perendaman larutan kimia menjadi 20,25,30,35 jam untuk mendapatkan sifat hidrofobik yang lebih sempurna. Peneliti berfokus pada pengaruh variasi waktu perendaman terhadap sudut kontak air dan cara pembuatan lapisan hidrofobik pada permukaan aluminium.

## II. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan lapisan hidrofobik pada paduan aluminium adalah amplas #400, #800, #1500, plat aluminium, aquades, aseton, etanol, asam stearat dan alat yang digunakan antara lain magnetic stirrer, glass breaker, ultrasonic cleaner.

### 2.2 Pembuatan Lapisan Hidrofobik

Prosedur pengerjaannya pertama-tama plat aluminium dipotong menjadi berbentuk bulat berdiameter 14 mm menggunakan water jet. Setelah dipotong plat aluminium dipoles menggunakan amplas dari paling kasar ke paling lembut. Selanjutnya plat aluminium dibersihkan menggunakan alat ultrasonic cleaner dengan direndam pada larutan aseton, yang kedua direndam pada air aquades selama kurang lebih 5 menit. Setelah dibersihkan plat aluminium direbus pada air mendidih selama kurang lebih 5 menit. Selanjutnya plat aluminium direbus kembali menggunakan campuran etanol 250 ml dan aquades 250 ml perbandingan kurang lebih menjadi 1 liter yang dilarutkan pada asam stearat 2,84 gr selama variasi yang telah ditentukan. Saat perebusan menggunakan larutan kimia suhu harus konstan 60° C. Setelah perendaman sesuai waktu variasi yang ditentukan

selesai plat aluminium dikeringkan pada suhu ruang kurang lebih selama 3 jam.

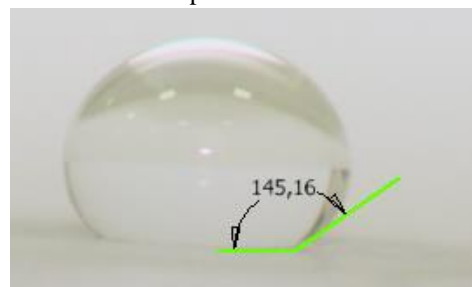
### 2.3 Pengujian Sifat hidrofobik

Pengukuran sudut kontak air dan sudut geser menggunakan air yang diteteskan menggunakan pipet ke permukaan aluminium yang telah mendapatkan perlakuan heat treatment. Tetesan tersebut selanjutnya difoto menggunakan kamera DSLR dengan lensa makro 100mm agar gambar dari tetesan air terlihat jelas. Untuk mengetahui struktur morfologi dilakukan pengujian SEM pada variasi waktu 20 jam dan 30 jam. Pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat *Surface Roughness Tester*, pengujian kekerasan menggunakan alat *Vickers*. Pengujian tersebut untuk mengetahui dampak perendaman larutan kimia terhadap paduan aluminium.

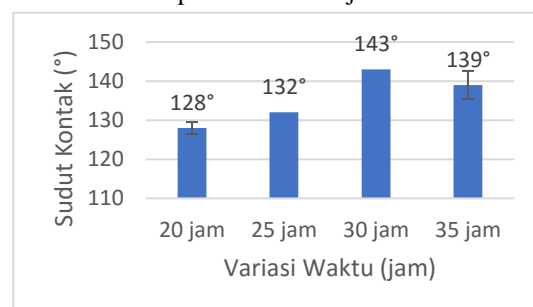
## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengujian sudut kontak air

Bisa dikatakan hidrofobik apabila spesimen memiliki sudut kontak air berkisaran 90° keatas sehingga tolakan air menjadi tinggi dan dapat menggelinding disudut kemiringan tertentu. Pada penelitian ini sudut kontak air paling tinggi didapatkan pada variasi waktu perendaman 30 jam sebesar 143° dan sudut kontak paling rendah pada variasi waktu perendaman 20 jam sebesar 128°. Berikut ini adalah Gambar 3.1 hasil dari pengukuran sudut kontak air setiap variasi waktu.



Gambar 1. Sudut kontak air pada variasi waktu perendaman 35 jam

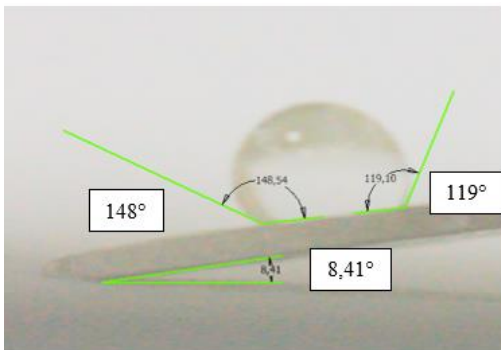


Gambar 2. Hubungan variasi waktu perendaman terhadap sudut kontak air

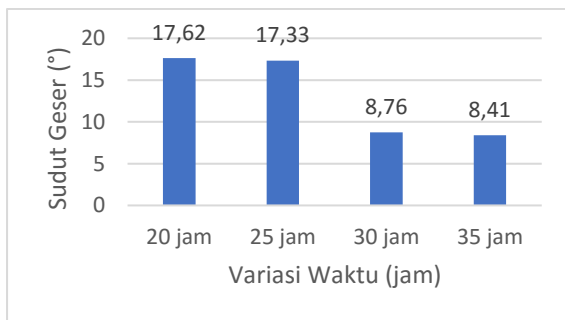
Dari Gambar 2. menunjukkan bahwa waktu perendaman mempengaruhi besar sudut kontak suatu spesimen. Variasi waktu 30 jam memiliki sudut kontak air paling besar yaitu  $143^\circ$  dan sudut kontak air paling kecil terdapat pada variasi waktu 20 jam dengan besar sudut  $128^\circ$ . Hal ini disebabkan karena terjadi reaksi kimia yang menyebabkan struktur permukaan aluminium menjadi lebih kasar dan berbentuk seperti bunga lotus yang berhimpitan sehingga dapat menahan air yang jatuh pada permukaannya.

### 3.2 Pengujian sudut geser

Pengujian selanjutnya pengamatan sudut geser kontak air. Sudut geser adalah besar sudut kemiringan spesimen yang dibutuhkan untuk menggelindingkan tolakan air. Berikut ini adalah Gambar 3. salah satu dari sudut geser dan Gambar 4. Grafik nilai sudut geser.



Gambar 3. Sudut Geser



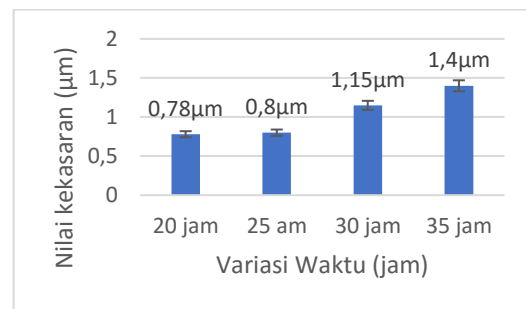
Gambar 4. Hubungan variasi waktu perendaman terhadap sudut geser

Dari gambar 3. menunjukkan bahwa semakin lama perendaman larutan kimia maka akan semakin kecil sudut kemiringan spesimen untuk menggelindingkan tolakan air. Hal tersebut dikarenakan struktur morfologi yang berbeda-beda. Perbedaan prosedur perendaman juga sangat mempengaruhi besar sudut geser. Terjadi penurunan hingga dua kali lipat antara variasi 25 jam dan 30 jam dikarenakan perendaman variasi 25 jam hanya di taruh di dalam glass breaker, berbeda dengan 30 jam perendamannya menggantung dalam glass breaker. Perendaman dengan menaruh didalam glass breaker tanpa digantung mengakibatkan kerak asam stearat

mengumpul dan menjadi kerak. Kerak berlebih tersebut dapat menyebabkan tolakan air melekat pada kerak asam stearat.

### 3.3 Pengujian kekasaran

Kekasaran suatu spesimen sangat berdampak pada besar kecilnya sudut kontak air. Semakin kasar suatu permukaan spesimen maka akan semakin tinggi pula tingkat penolakan airnya. Pengukuran kekasaran menggunakan alat *Surface Roughness Tester*. Berikut ini Gambar 5. adalah grafik dari pengukuran kekasaran aluminium yang telah mendapatkan perlakuan khusus.

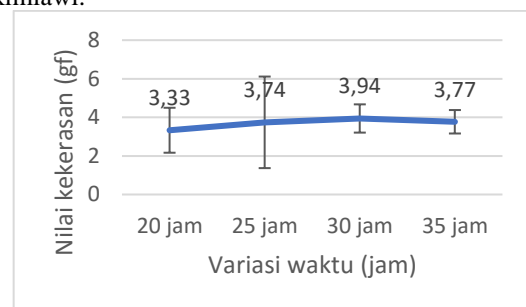


Gambar 5. Hubungan pengaruh variasi waktu perendaman terhadap tingkat kekasaran

Grafik diatas menunjukkan bahwa tingkat kekasaran paling tinggi didapatkan pada perendaman 35 jam dengan nilai kekasaran sebesar  $1,4\mu\text{m}$  dan paling rendah pada variasi 20 jam dengan nilai kekasaran sebesar  $0,78\mu\text{m}$ . Hal ini disebabkan proses pengampelasan dan proses kimiawi pada saat perendaman kedalam larutan kimia dan struktur morfologi kimia.

### 3.4 Pengujian Kekerasan

Pengamatan kekerasan pada paduan aluminium hidrofobik menggunakan alat *Vickers*. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui perbedaan tingkat kekerasan yang disebabkan proses kimiawi.



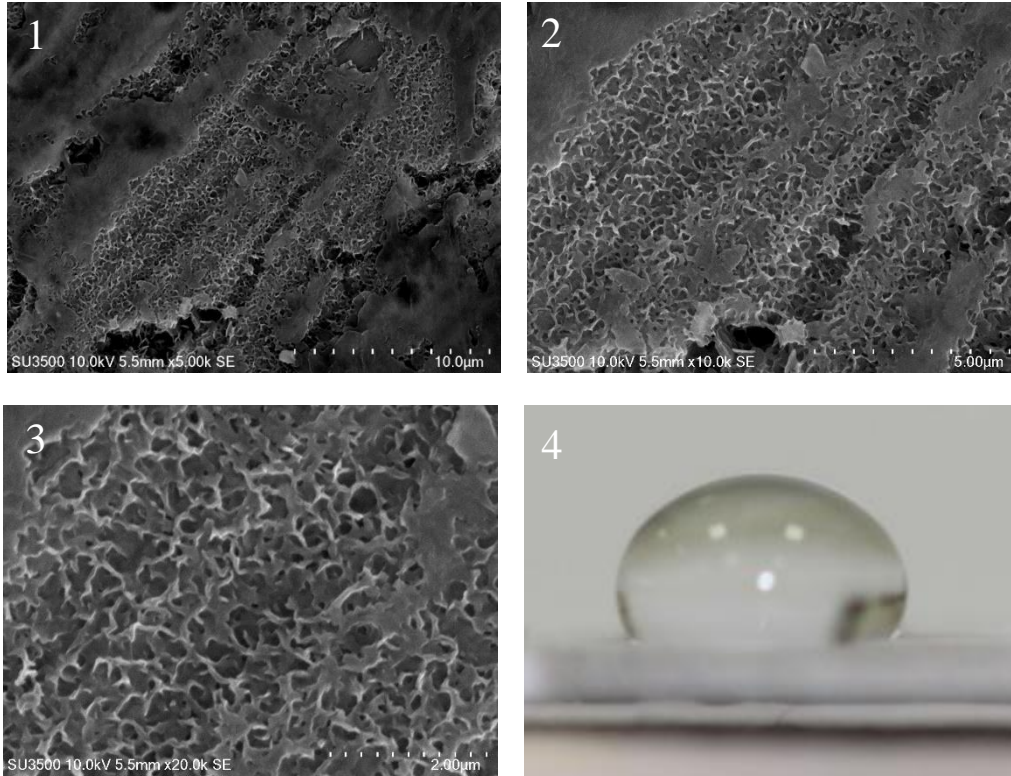
Gambar 7. Hubungan pengaruh variasi waktu perendaman terhadap kekerasan

Dari Gambar 7. menunjukkan bahwa tingkat kekerasan paling tinggi ditujukan pada variasi 30 jam. Perbedaan kekerasan tersebut dipengaruhi oleh proses perendaman pada larutan kimia. Hal ini dikarenakan pada saat proses perendaman

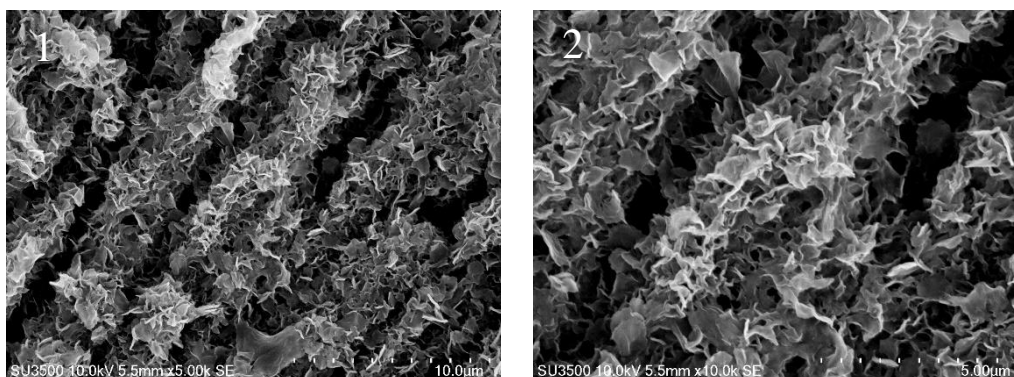
menggunakan air mendidih kekerasan aluminium akan semakin berkurang akibat panasnya air dan pori-pori aluminium juga akan semakin besar dan banyak. Setelah itu, pada saat kondisi kekerasan aluminium menurun proses kimiawi dengan asam stearat akan membentuk dan mengikat lapisan

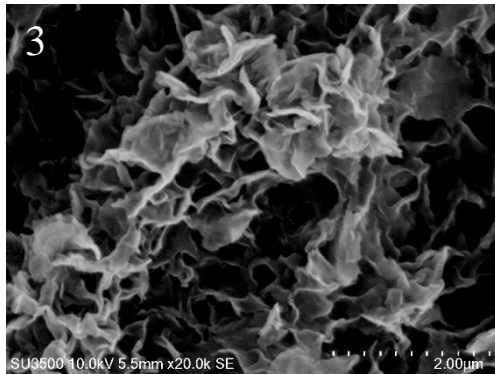
hidrofobik ke material aluminium. Sehingga membentuk struktur kekerasan yang bervariasi sesuai dengan lamanya perlakuan.

### 3.5 Pengujian SEM



Gambar 8. Mikograf SEM Permukaan Aluminium Hidrofobik Dengan Lama Waktu perendaman 20 jam  
 (1) Struktur morfologi 20 jam perbesaran 5K (2) Struktur morfologi 20 jam perbesaran 10K  
 (3) Struktur morfologi 20 jam perbesaran 20K (4) sudut kontak air pada variasi waktu 20 jam



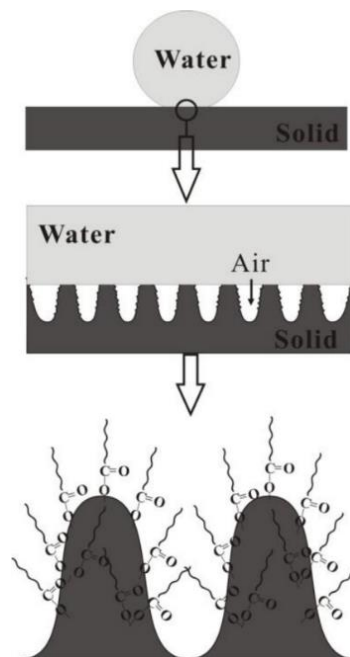


Gambar 9. Mikograf SEM Permukaan Aluminium Hidrofobik Dengan Lama Waktu perendaman 30 jam  
(1) Struktur morfologi 30 jam perbesaran 5K (2) Struktur morfologi 30 jam perbesaran 10K  
(3) Struktur morfologi 30 jam perbesaran 20K (4) sudut kontak air pada variasi waktu 30 jam

Gambar 8. dan Gambar 9. adalah mikograf SEM permukaan aluminium yang telah melewati proses heat treatment dengan variasi perendaman 20 jam dan 30 jam. Pada gambar diatas menunjukkan perbedaan dampak dari lama waktu perendaman menggunakan larutan kimia STA-etanol-H<sub>2</sub>O terhadap permukaan paduan aluminium. Kekasaran permukaan dengan variasi perendaman 30 jam lebih terlihat kasar dan besar dibanding dengan 20 jam. Hal ini ditandakan dari bentuk struktur permukaan kasar seperti bunga tulip terdiri dari banyak kelopak yang berhimpitan mampu menahan tolakan air seperti pada gambar 3.7 begitu juga dengan gambar dari tetesan air pada permukaan paduan aluminium. Sudut kontak air yang dihasilkan dari perendaman 30 jam juga lebih besar dari pada 20 jam. Hal tersebut ditandai dari bentuk tetesan air yang lebih semi bulat pada Gambar 9.(4) dari pada Gambar 8.(4)

Struktur morfologi yang beda tersebut disebabkan oleh proses heat treatment pada paduan aluminium dengan direndam pada air mendidih dan direndam pada larutan kimia STA-etanol-H<sub>2</sub>O. Ketika paduan aluminium direndam pada air mendidih terjadi reaksi kimia antara Al dan H<sub>2</sub>O. Berikut reaksinya  $Al + H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot xH_2O + H_2 \uparrow$  karena adanya reaksi kimia tersebut maka terbentuklah struktur berpori dan kasar pada permukaan paduan aluminium. Penyebab lain terjadinya perbedaan struktur morfologi aluminium hidrofobik adalah variasi waktu perendaman pada larutan STA-etanol-H<sub>2</sub>O. Cluster seperti kelopak bunga tulip akan meningkat dan tumbuh lebih besar ketika waktu variasi perendaman larutan kimia semakin lama. Hal tersebut terbukti pada Gambar 3.7. Perendaman 20 jam larutan kimia cenderung memiliki kekasaran yang lebih kecil dan kurang merata dibandingkan dengan perendaman 30 jam. Hal ini disebabkan oleh lamanya perendaman plat aluminium pada larutan kimia yang menyebabkan cluster seperti bunga tulip meningkat dan semakin besar ketika waktu modifikasi STA semakin lama.

Sementara itu tetesan yang jatuh pada permukaan aluminium hidrofobik akan berbentuk semi bulat seperti pada Gambar 3.6 (4) dan 3.7 (4). Hal tersebut dikarenakan struktur hierarkis mikro dan nano, dan rantai alkil hidrofobik secara kimia dicangkokkan di permukaan aluminium. Berikut Gambar 3.8 adalah ilustrasi dari skematis tetesan air pada permukaan aluminium hidrofobik.



Gambar 10 Ilustrasi skematis tetesan air pada permukaan aluminium hidrofobik (Feng, et al.2013)

Dari gambar 3.7 dapat dijelaskan karena udara, tetesan air tidak dapat menembus kedalam sambungan udara di permukaan paduan aluminium kasar. Akibatnya, gabungan dengan tiga fase padat, udara, cair dihasilkan. Oleh karena itu, mikro-doplet dipermukaan biasanya terbentuk semi-bulat.

#### IV. Keimpulan

Permukaan paduan aluminium hidrofobik dapat dibuat dengan memperlakukan dalam air mendidih dan merendam dalam larutan STA-etanol-H<sub>2</sub>O. Hasil menunjukkan bahwa sudut kontak air tertinggi didapatkan pada perendaman larutan kimia 30 jam dengan sudut sebesar 143°. Nilai kekasaran paling tinggi didapatkan pada perlakuan 35 jam perendaman dengan nilai kekasaran sebesar 1,4µm. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi didapatkan pada perlakuan 30 jam dengan kekerasan sebesar 3,9. Pada pengamatan mikograf SEM menunjukan bahwa struktur berpori dan kasar dihasilkan pada permukaan aluminium dengan pengolahan air mendidih dan perendaman larutan kimia. Lama perendaman paduan aluminium pada larutan kimia mempengaruhi struktur morfologi permukaan aluminium. Dimana semakin lama variasi waktu perendaman larutan kimia semakin terbentuknya superhydrophobic yang ditandai semakin besarnya struktur kasar yang berbentuk seperti kelopak bunga tulip yang berhimpitan. Waktu perendaman dalam air mendidih dan larutan STA-etanol-H<sub>2</sub>O memainkan peran penting pada tingkat sifat hidrofobik.

Min H Kwon, Hong Shik S, and Chong Nam C. 2014."Fabrication of a super-hydrophobic surface on metal using laser ablation and electrodeposition. "

Mokhtari, S, F Karimzadeh, M H Abbasi, and K Raeissi. 2017."Development of super-hydrophobic surface on Al 6061 by Anodizing and the evaluation of its corrosion behavior." *Department of Materials Engineering, Isfahan University of Technology, Iran.*

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Ir. Aris Widy Nugroho, M.T., Ph.D. dan Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.eng selaku pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan koreksinya selama penyusunan dan penulisan karya ilmiah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Ratna S P and Mochamad Z 2016." Pengaruh Waktu Tahan Proses Kalsinasi Prekursor Silika sebagai Material Pelapis Hidrofobik." *Jurnal Sains dan Seni ITS.*
- Feng, L, Yanhui C, Yanhua L, Xiaohu Q, and Yanping W.2013."Fabrication of superhydrophobic aluminium alloy surface with excellent corrosion resistance by a facile and environment-friendly method." *Elsevier.*
- Fu, Xiaoyi, and Xinhua He.2008. "Fabrication of super-hydrophobic surfaces on aluminum alloy substrates." *Elsevier.*
- Li, K, X Zheng, and H Li. 2014." Effects of Calcination Temperature on the Mikrostruktur and Wetting Behavior of Superhydrophobic Polydimethylsiloxane/Silica Coating .".