

**Nama Rumpun Ilmu: Material/Mekanika Material .**

**LAPORAN  
PENELITIAN UNGGULAN PRODI**



**UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**REKAYASA DAN KARAKTERISASI PERMUKAAN SUPER HIDROFOBİK PADA  
ALUMINIUM DAN PLASTİK**

**TIM PENGUSUL**

**Ketua**

Aris Widyo Nugroho, ST., MT., PhD..

NIDN: 0507037001

**Anggota**

Rela Adi Himarosa, S.T., M.Eng.

NIDN: 0529078802

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**Agustus 2019**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENELITIAN UNGGULAN PROGRAM STUDI**

**Judul Penelitian** : REKAYASA DAN KARAKTERISASI PERMUKAAN SUPER HIDROFOBİK PADA ALUMINIUM DAN PLATIK  
**Bidang Fokus** : Material Maju  
**Kode>Nama Rumpun Ilmu** : 445/Teknik Material (Ilmu Bahan)  
**Bidang Unggulan Prodi** : Bidang Pengembangan Sains, Teknologi, Industri dan Lingkungan  
**Topik Unggulan** : Teknologi Informasi, komunikasi, rekayasa biomedica, elektronika dan robotika

**KetuaPeneliti**

a. Nama Lengkap : Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.  
b. NIDN/NIK : 0507037001 / 19700370199509123022  
c. JabatanFungsional : Lektor  
d. Program Studi : Teknik Mesin  
e. Nomor HP : 085643361829  
f. Email : ariswidyo.nugroho@umy.ac.id

**AnggotaPeneliti (1)**

a. Nama Lengkap : Reli Adi Himarosa, ST., M.Eng  
b. NIDN : 0510027701/ 19880729201712 123 104  
c. Jabatan : -  
d. Program Studi : Teknik Mesin

Lama Penelitian Keseluruhan : 2 tahun  
Usulan Penelitian Tahun ke : 1  
Biaya Penelitian Keseluruhan : 70.000.000,00  
Biaya Penelitian tahun I : 35.000.000,00

**Biaya diusulkan tahun I** : - ke UMY : Rp 35.000.000,-  
- *Inkind* (Prodi) : fasilitas laboratorium T Mesin

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Mesin



Berli Purpusri Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D  
NIK. 19840202200104123049

Yogyakarta, 21 Agustus 2019  
Ketua Peneliti

Aris Widyo Nugroho, ST., MT., Ph.D.  
NIK 19700370199509123022



Mengetahui,  
Wakil Dekan I Fakultas Teknik

Nursotiasari, S.T., M.T., Ph.D  
NIK. 19270412201504123075

## 1. JUDUL PENELITIAN

REKAYASA DAN KARAKTERISASI PERMUKAAN SUPER HIDROFOBİK PADA ALUMINIUM DAN PLASTİK

Tahun Usulan	2019
Tahun Pelaksanaan	2019
Durasi Kegiatan	2 tahun
Usulan Tahun ke-	1
Rumpun Ilmu/Sub Rumpun Ilmu	Material/Mekanika Material
Jumlah Tim	2
Usulan dana	Rp. 70.000.000,00
Luaran Wajib	Publikasi
Luaran Tambahan	Konferensi

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Pengesahan	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Ringkasan	x
Prakata	xii
BAB I    Pendahuluan	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Urgensi Penelitian	4
1.5. Luaran yang akan dicapai	4
BAB II    TinjauanPustaka	3
BAB III    MetodePenelitian	10
3.1    Proses Pembuatan Lapisan dan bahan Uji	10
3.2    Pengujian Mekanis dan Fisis	10
3.3    Diagram AlirPenelitian	11
BAB IV    Hasil Penelitian	15
4.1    PENGARUH VARIASI SUHU TERHADAP PEMBUATAN LAPISAN HIDROFOBIK PADA ALUMUNIUM ANODIZE	15
4.2    PENGARUH VARIASI WAKTU PERENDAMAN (5-20) TERHADAP PEMBUATAN LAPISAN HIDROFOBIK PADA ALUMUNIUM	41
4.3.    PENGARUH VARIASI WAKTU PERENDAMAN (20-35) TERHADAP PEMBUATAN LAPISAN HIDROFOBIK PADA ALUMUNIUM	47
4.4.    PENGARUH VARIASI KONSENTRASI STA TERHADAP PEMBUATAN LAPISAN HIDROFOBIK PADA ALUMUNIUM ANODIZE	57

BAB V	Rencana Tahapan Berikutnya	68
BAB VI	Kesimpulan dan Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
Lampiran	Biodata Peneliti	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran sudut kontak	16
Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran kekasaran	18
Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian kekerasan	37
<b>Tabel 4.4</b> Roughness Average	41
Tabel 4.5 Kekerasan alumunium hidrofobik	46
Tabel 4.6 Hasil pengukuran sudut kontak air	48
<b>Tabel 4.7</b> Hasil pengukuran sudut geser	50
Tabel 4.8 Roughness Average	51
Tabel 4.9 Kekerasan Mikro	52
Tabel 4.10 Tabel pengaruh konsentrasi asam stearat terhadap sudut kontak	57
Tabel 4.11 Pengaruh konsentrasi asam stearat terhadap nilai kekasaran	61
Tabel 4.12 Pengujian Kekerasan Micro Vickers	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Profil tetesan air dan sudut kontak pada permukaan dengan kondisi (a) hidrofilik, (b) hidrofobik. Sudut geser ( $\alpha$ ) dari tetes cairan diatas permukaan membran (Wenten, et al. 2015).	5
Gambar 2.2 Roadmap penelitian Prodi Teknik Mesin	8
Gambar 2.3. Miletstone penelitian dari Prodi Teknik Mesin	9
Gambar 2.4 Roadmap Penelitian Material	9
Gambar 3.1 Bagan Penelitian Tahun-1	12
Gambar 4.1 Sudut kontak pada permukaan spesimen dengan variasi perlakuan (a) tanpa perlakuan (b) anodizing (c) perendaman dengan suhu 50°C (d) 60°C (e) 70°C (f) 80°C	16
Gambar 4.2 Grafik pengaruh suhu terhadap sudut kontak	17
Gambar 4.3 Sudut geser pada suhu perendaman (a) 80°C (b) 70°C (c) 60°C (d) 50°C	18
Gambar 4.4 Grafik pengaruh suhu terhadap sudut geser	19
Gambar 4.5 grafik kekasaran permukaan	37
Gambar 4.6 grafik kekerasan vickers	37
Gambar4.7 Morfologi permukaan spesimen dengan perlakuan anodizing (a) pembesaran 5000x (b) pembesaran 10000x (c) pembesaran 20000x	38
Gambar 4.8 Morfologi permukaan spesimen dengan perlakuan anodizing dan hidrofobik dengan suhu 80 °(a) pembesaran 1000x (b) 5000x (c) 10000x (d) 20000x	39
Gambar 4.9 Morfologi permukaan spesimen dengan perlakuan anodizing dan hidrofobik dengan suhu 60°C (a) pembesaran 1000x (b) 5000x (c) 10000x (d) 20000x	39
Gambar 4.10 Morfologi permukaan aluminum (a) setelah dibersihkan dengan ultrasonik, (b) direndam dalam air mendidih 5 menit, (c) perendaman 5 jam (c) perendaman 20 jam .	42

Gambar 4.11 Sudut kontak air (a) alumunium tanpa perlakuan (b) setelah di boiling selama 5 menit (c) perendaman 5 jam (d) perendaman 10 jam, (e) perendaman 15 jam dan (f) perendaman 20 jam	43
Gambar 4.12 Sudut geser (rolling angle) air pada (a) alumunium tanpa perlakuan (b) setelah di boiling selama 5 menit (c) perendaman 5 jam (d) perendaman 10 jam, (e) perendaman 15 jam dan (f) perendaman 20 jam	44
Gambar 4.13 (a) Sudut kontak air dengan perendaman (a) 20 jam, (b) 25 jam (c) 30 jam (d) 35 jam	47
Gambar 4.14 (a) Sudut geser perendaman 20 jam (b) 25 jam (c) 30 jam, (d) 35 jam	49
Gambar 4.15 Grafik nilai kekerasan setiap spesimen	51
Gambar 4.16 Struktur alumunium hidrofobik dengan variasi perendaman 20 jam (a) perbesaran 5.00k (b) perbesaran 10.0k (c) perbesaran 20.0k (d) perbesaran 40k	53
Gambar 4.17 Struktur alumunium hidrofobik dengan variasi perendaman 30 jam (a) perbesaran 5.00k (b) perbesaran 10.0k (c) perbesaran 20.0k (d) perbesaran 40k	53
Gambar 4.18 Ilustrasi skematis tetesan air pada permukaan alumunium hidrofobik (Feng, et al. 2013)	56
Gambar 4.19 Sudut kontak pada permukaan spesimen dengan suhu perlakuan 60°C (A) tanpa perlakuan (B) anodizing (C) perendaman dengan konsentrasi 2,6 gram/liter (D) 2,8 gram/liter (E) 3,0 gram/liter (F) 3,2 gram/liter.	57
Gambar 4.20 Sudut kontak pada permukaan spesimen setelah 8 minggu dengan perendaman suhu 60°C (A) perendaman dengan konsentrasi 2,6 gram/liter (B) 2,8 gram/liter (C) 3,0 gram/liter (D) 3,2 gram/liter.	58
Gambar 4.21 Sudut geser dengan konsentrasi asam stearat (A) 2,6 gram/liter (B) 2,8 gram/liter (C) 3,0 gram/liter (D) 3,2 gram/liter	60
Gambar 4.23 Grafik konsentrasi asam stearat terhadap nilai konsentrasi kekerasan	62
Gambar 4.24(a) Struktur alumunium anodize dengan perbesaran 5.k (b) 10k (c) 20k	64
Gambar 4.25(a) Struktur alumunium anodize dengan perbesaran 5k (b) 10k (c) 15k(d) 20k	65
Gambar 4.26(a) Struktur alumunium anodize dengan perbesaran 5.k (b) 10.k(c) 15.k (d) 20.k	66

## RINGKASAN

Ringkasan penelitian tidak lebih dari **1000 kata** yang berisi: **latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan.**

Material yang bersifat hidrofobik telah digunakan dalam hal pelapisan material seperti kaca, isolator listrik, pakaian dan lain-lain. Pelapisan pada material ini akan menghindarkan material dari kotoran dan debu yang menempel pada material yang akan mengakibatkan *stain* dan korosi, serta dapat memperlambat terjadinya pembekuan air pada permukaan material (*anti-icing*) sehingga menghambat adhesi dari es atau salju pada kaca atau logam. Selain, itu sifat hidrofobik ini akan dapat mengurangi pembuangan produk obat atau makanan dan toiletris sebagai sisa yang masih melekat di dalam container. Hal itu terjadi karena kelebihan dari permukaan hidrofobik yang memiliki sifat *self cleaning* dan *drag reduction*. Penelitian yang telah dikembangkan pada permukaan hidrofobik dari berbagai logam dan non logam banyak melibatkan berbagai larutan kimia yang berbahaya sehingga tidak ramah lingkungan, Sementara itu logam jenis alumunium dan material non logam jenis plastik sering digunakan dalam aplikasi packaging karena mudah dibentuk dan biaya yang kompetitif sehingga penelitian menggunakan material tersebut banyak dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang bersifat superhidrofobik dengan teknik yang lebih ramah lingkungan dengan mengubah komposisi kimia permukaan sekaligus kekasaran permukaan material..

Permukaan yang bersifat anti air dipengaruhi oleh dua kondisi permukaan yaitu struktur-morfologi dan komposisi kimia dari permukaan. Oleh karena itu rekayasa permukaan pada yang mengubah dua kondisi permukaan itu perlu dilakukan. Langkah pertama adalah membentuk struktur morfologi dari permukaan sehingga terbentuk pori-pori skala mikro atau nano yang berfungsi untuk menjebak udara agar terperangkap di dalamnya sehingga tetes air tertolak dan tidak dapat membasahi permukaan. Proses ini dapat dilakukan dengan cara pemanasan material sampai dengan pendidihan. Pada material logam jenis alumunium. dengan pemanasan sampai dengan pendidihan sehingga  $Al_2O_3 \times H_2O$  yang berada di lapisan permukaan aluminium bereaksi dengan dengan  $H_2O$  membentuk *boehmite* yang kemudian *terdissolve* ke air panas sehingga permukaan menjadi porous dan kasar. Sedangkan rantai alkyl panjang dari STA yang bersifat menolak air ditambahkan pada permukaan melalui perendaman dengan berbagai variasi waktu, suhu dan konsentrasi dari STA sehingga dapat melekat erat pada permukaan alumunium yang kasar dan porous sehingga akan menambah sifat anti air dari permukaan alumunium tersebut. Permukaan superhidrofobik yang dihasilkan akan diuji mekanis (kekerasan), uji wetabilitas (sudut kontak) dan uji sudut geser. Struktur, morfologi permukaan dan penampang lintang permukaan akan dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan mikroskop optik.

Penelitian ini diusulkan untuk dapat diselesaikan selama 2 (dua) tahun. Pada tahun pertama telah dilakukan pembuatan dan karakterisasi permukaan hidrofobik pada material logam jenis alumunium dengan melakukan pengujian pada beberapa parameternya, yaitu

pengaruh anodizing pada pelapisan hidrofobik, pengaruh waktu rendaman STA, pengaruh suhu perendaman, dan pengaruh konsentrasi STA yang digunakan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman lebih dominan dalam meningkatkan hidrofobisitas permukaan, sudut kontak air maksimal yang dicapai adalah sebesar 144o dimana dengan lama waktu perendaman 35 jam dan menurun seiring dengan penurunan waktu perendaman. Sudut glicir atau rolling angle terendah dicapai pada sudut 8o pada perendaman 20 jam. Morfologi permukaan menunjukkan adanya pori-pori mikro dan nano permukaan substrat aluminium, sehingga kekasaran permukaan meningkat seiring dengan lama waktu perendaman. Kekerasan permukaan tidak berubah secara bermakna, masih di sekitar 52 HVN. Hasil penelitian tahun pertama ini telah dipresenasikan dalam the 3rd ICOSI-ISETH yang akan diterbitkan di IOP conference series. Pada tahun kedua aktivitas riset akan meliputi pembuatan dan karakterisasi permukaan superhidrofobik pada material non logam jenis plastik. Adapun target luaran yang direncanakan adalah Jurnal nasional dan prosiding internasional. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi informasi yang bermanfaat dari segi fundamental sains dan teknologi hidrofobik.

### **KATA KUNCI**

Kata kunci maksimal 5 kata.

Hidrofobik, asam stearat, wettness, aluminium, plastik

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis mampu melaksanakan kegiatan penelitian unggulan perguruan tinggi dengan judul REKAYASA DAN KARAKTERISASI PERMUKAAN SUPER HIDROFOBİK PADA ALUMINIUM DAN PLASTIK

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan lapisan hidrofobik pada permukaan aluminium dengan metode yang sederhana dan ekonomis. Dua metode telah dilakukan dengan beberapa variasi parameter untuk mendapatkan nilai sudut kontak air yang maksimal. Dalam pelaksanaan penelitian ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini antara lain pihak LP3M UMY sebagai pemberi hibah penelitian unggulan prodi ini. Selain itu terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Teknik Mesin UMY, Laboratorium Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada dan LIPI Yogyakarta yang telah memberi kesempatan untuk melakukan kegiatan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan kemajuan penelitian ini masih belum sempurna. Oleh sebab itu penulis menerima masukan, saran ataupun kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan gagasan ini. Kami berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia khususnya di teknologi pemesinan non konvensional dan masyarakat.

Amin

Yogyakarta, 22 Agustus 2019  
Peneliti