

# MEKANIKA

---

# JURNAL

## Teknik Mesin

Pengaruh Pemanasan Sintering-Quenching-Aging Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan pada Paduan Al 6061

**Mastuki**

Analisis Kekerasan Al-6061 Hasil Cor dengan Perlakuan Panas Double Quenching

**Maula Nafi**

Analisa Pengaruh Viscositas Lumpur Dan Variasi Diameter Pipa Isap Lumpur Terhadap Kapasitas Aliran Pada Mesin Pompa Penyedot Lumpur

**Supardi, Wawan Julianto**

Pengaruh Kuat Arus Listrik, dan Kecepatan Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) Terhadap Kekuatan Tarik Pelat Baja Komersial

**Djoko Sulistyono, Abdur Rohim**

Analisa Variabel Pembukaan Katup Pengatur Tekanan (*Regulator Valve*) Udara dan Diameter Selang PVC (PU Tube) terhadap Performa Mesin Pemotong Kertas Type Pneumatik

**Gatut Priyo Utomo, Sayuti Adhitomo**

Analisa Hasil Produk Vacuum Frying dengan Sistem Torak

**I Made Kastawan, Franky Ikhwal Gustiar**

Analisa Pengaruh Variasi Temperature Dan Waktu Aging Perlakuan Panas T6 Terhadap Fer(Factor Efektivitas Rem) Dari Bahan Komposit Aluminium Abu Dasar Batu

**Harjo Seputro, Ripan Agustia Wardani**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
JL. SEMOLOWARU 45, SURABAYA  
Telp. 031-5921516 ; Fax. 031-5921516



**Volume**  
2

**Nomor**  
2

**ISSN**  
2460 - 3384

**Halaman**  
1 - 36

**Surabaya**  
Desember 2016

# MEKANIKA

## Jurnal Teknik Mesin

### PENGELOLA JURNAL

#### PENANGGUNG JAWAB

Ir. Ichlas Wahid, M.T.

#### KETUA PENYUNTING

Ir. Zainun Achmad, M.T.

#### ANGGOTA PENYUNTING

Ir. Ismail, M.Sc.

Ir. Supardi, M.Sc.

Harjo Seputro, S.T., M.T.

Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc.

Dr. Hubbi Izzudin, S.T., M.Sc.

#### PENYUNTING PELAKSANA

Ir. Ninik Martini, M.T.

Edi Santoso, S.T., M.T.

#### DISTRIBUSI

Ir. Moch. Mufti, M.T.

Agus Winarto

#### ALAMAT REDAKSI

Program Studi Teknik Mesin  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya  
Telp / Fax (031) 5921516  
e-mail:

#### PENERBIT

Program Studi Teknik Mesin  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

### EDITORIAL

Mekanika – Jurnal Teknik Mesin adalah jurnal yang dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Surabaya. Jurnal ini diterbitkan dua kali dalam satu tahun, yaitu pada bulan Juli dan Desember.

Pengelola jurnal secara terbuka menerima karya ilmiah dari berbagai kalangan yang substansinya sesuai dengan bidang keahlian dalam Teknik Mesin. Tim redaksi akan memilih dan memutuskan karya ilmiah yang akan diterbitkan setelah proses penyuntingan dan penilaian dari penyunting ahli.

Semua proses pendaftaran (*submission*), peninjauan (*reviewing*), dan penyuntingan (*editing*), hingga publikasi dilakukan secara online melalui *open journal system* dari web:

<http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/MEKANIKA/>

Karya ilmiah yang dimuat adalah asli dan tidak pernah dipublikasikan sebelumnya atau akan dipublikasikan di tempat lain.

Desember 2016

Tim Redaksi

**PERTAMA TERBIT** : Juli 2015  
**FREKUENSI TERBIT** : 2 kali 1 tahun

## DAFTAR ISI

01	Pengaruh Pemanasan Sintering-Quenching-Aging Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan pada Paduan Al 6061 <b>Mastuki</b>	01-04
02	Analisis Kekerasan Al-6061 Hasil Cor dengan Perlakuan Panas Double Quenching <b>Maula Nafi</b>	05-08
03	Analisa Pengaruh Viscositas Lumpur Dan Variasi Diameter Pipa Isap Lumpur Terhadap Kapasitas Aliran Pada Mesin Pompa Penyedot Lumpur <b>Supardi, Wawan Julianto</b>	09-14
04	Pengaruh Kuat Arus Listrik, dan Kecepatan Pengelasan SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ) Terhadap Kekuatan Tarik Pelat Baja Komersial <b>Djoko Sulistyono, Abdur Rohim</b>	15-20
05	Analisa Variabel Pembukaan Katup Pengatur Tekanan ( <i>Regulator Valve</i> ) Udara dan Diameter Selang PVC (PU Tube) terhadap Performa Mesin Pemotong Kerttas Type Pneumatik <b>Gatut Priyo Utomo, Sayuti Adhitomo</b>	21-25
06	Analisa Hasil Produk Vacuum Frying dengan Sistem Torak <b>I Made Kastiawan, Franky Ikhwal Gustiar</b>	26-29
07	Analisa Pengaruh Variasi Temperature Dan Waktu Aging Perlakuan Panas T6 Terhadap Fer(Factor Efektivitas Rem) Dari Bahan Komposit Aluminium Abu Dasar Batu <b>Harjo Seputro, Ripan Agustia Wardani</b>	30-36



**PENGARUH PEMANASAN *SINTERING-QUENCHING-AGING*  
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA PADUAN  
Al 6061**

**Mastuki**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [mastuki@untag-sby.ac.id](mailto:mastuki@untag-sby.ac.id)

**ABSTRAK**

Percobaan ini mempelajari pengaruh perlakuan panas *sintering-quenching-aging* dengan waktu tahan selama 1, 2, dan 3 jam terhadap struktur mikro dan kekerasan pada paduan alumunium. Terdapat 4 sampel paduan alumunium sejenis yang digunakan, 1 sampel diamati struktur mikro dan diuji kekerasannya terlebih dahulu, dan sampel yang lainnya mendapat perlakuan dengan variasi waktu tahan pada proses *aging*, yaitu selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam sebelum dilakukan pengamatan struktur mikro dan sifat kekerasannya. Sampel disintering hingga 500°C dan diaging pada 300°C. Sifat kekerasan pada bahan paduan alumunium mengalami penurunan setelah perlakuan panas *sintering-quenching-aging* yang ditahan selama 1, 2, dan 3 jam. Terjadi penurunan sebesar 29,7 HV atau 39,92% untuk waktu tahan selama 1 jam, 49,19% untuk waktu tahan selama 2 jam, dan 57,93% untuk waktu tahan selama 3 jam. Perubahan struktur mikro setelah perlakuan panas disebabkan oleh pengkasaran butir yang terjadi pada tiap *quenching* dimana atom-atom penyusunnya belum sempat menata posisinya dan secara langsung mengakibatkan butirnya menjadi lebih kasar.

**Kata kunci:** *sintering, aging, quenching*, mikrostruktur, kekerasan.

**PENDAHULUAN**

Salah satu jenis logam yang paling berperan dalam bidang teknik adalah alumunium. Alumunium merupakan jenis material yang mempunyai kombinasi sifat fisika yang menarik. Sifat-sifat tersebut diantaranya seperti kuat, densitas rendah, dan fabrikasinya yang mudah. Hal itu menjadikan alumunium sebagai material yang mudah dimodifikasi dan dikembangkan melalui proses atau paduan. Sifat mekanik alumunium dalam hal kekerasan dan kekuatan tidak begitu tinggi namun dengan sedikit paduan atau pemberian perlakuan panas, sifat mekanik dari alumunium dapat ditingkatkan. Perlakuan panas seperti *sintering, quenching,*

dan *aging* dapat mengubah sifat dari alumunium.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh pemanasan *sintering-quenching-aging* terhadap struktur mikro dan sifat kekerasan dari paduan alumunium 6061. Data yang didapat nanti akan bisa digunakan sebagai acuan analisa dasar dalam merekayasa sifat mekanik dari alumunium melalui perlakuan panas yang diberikan.

**Aluminium 6061**

Alumunium mempunyai jenis paduan alumunium yang sangat banyak. Terdapat lebih dari 300 jenis paduan dengan komposisi unsur paduan alumunium. Semua jenis tersebut umumnya terdapat dua atau lebih

unsur yang semua itu sangat mempengaruhi sifat mekaniknya. Paduan alumunium 6061 merupakan paduan alumunium yang mengandung beberapa jenis unsur tambahan yang cukup banyak. Unsur penguat paling banyak adalah silikon dan magnesium. paduan alumunium jenis ini mempunyai sifat mekanik yang cukup baik dan salah satu sifatnya yang banyak dikenal adalah weldability. Komposisi dari paduan alumunium 6061 adalah silikon (0,4%-0,8%), magnesium (0,8%-1,2%), besi (<0,70%), tembaga (0,15%-0,40%), kromium (0,04%-0,35%), seng (<0,25%), mangan (<0,15%), titanium (<0,15%), unsur-unsur lain yang masing-masing kurang dari 0,05% dengan total 0,15%, dan sisanya adalah aluminium (95.85%-98.56%). Paduan alumunium jenis 6061 banyak diaplikasikan untuk otomotif dan alat-alat konstruksi karena mempunyai sifat tahan korosi, machine ability, konduktivitas elektrik dan termal yang baik.

### Sintering

*Sintering* merupakan proses pemanasan (penaikan temperatur) secara bertahap sampai temperatur *sintering*-nya. Temperatur *sintering* secara tipikal antara 50% hingga 80% dari temperatur leleh untuk sintering pada fase padat, atau sembarang di bawah temperatur eutektik untuk fase cair. Dalam proses *sintering*, saat tahap penaikan temperatur, proses perubahan mikro struktur dan densifikasi berlangsung signifikan. Proses densifikasi bisa dipercepat dengan temperatur *sintering* yang tinggi. Apabila temperatur terlalu tinggi, maka akan mengakibatkan pertumbuhan butir yang tidak normal dan memberikan batasan pada densitas akhir. Secara umum proses *sintering* mengubah partikel yang tidak stabil menjadi stabil dengan transformasi fasa. Parameternya, temperatur, waktu, kecepatan pemanasan, dan kecepatan pendinginan.

### Quenching

Proses *quenching* adalah suatu proses pendinginan pada material yang dilakukan secara langsung. Material diberi perlakuan panas hingga temperatur austenit dan ditahan

sedemikian hingga strukturnya homogen, kemudian didinginkan. Faktor penting pada proses *quenching* adalah penentuan temperatur media dan laju pendinginan. Jika temperatur dari material terlalu tinggi, maka akan mengakibatkan retakan pada permukaan material. Proses *quenching* membuat material bersifat keras namun getas serta meninggalkan tegangan sisa, ketangguhan dan keuletan menurun. Media *quenching* yang ideal untuk pembentukan struktur martensit adalah media yang mampu menyerap panas secara cepat dari wilayah temperatur tinggi dan relatif lambat dalam mendinginkan material untuk wilayah temperatur rendah. Proses *quenching* bertujuan untuk mengoptimal sifat kekerasan. Sifat kekerasan merupakan sifat mekanik yang berkaitan dengan kekuatan dan peranan dari unsur karbon pada baja.<sup>[3,4]</sup>

### Aging

Proses *aging* adalah proses melakukan panas pada material pada temperatur tertentu yang kemudian dilakukan penahanan dalam rentan waktu tertentu pada tahap proses pemanasannya. Penahanan diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat kekerasannya melalui proses *hardening* yang terjadi saat material berada pada kondisi pemanasan yang homogen. Pemanasan yang homogen mengakibatkan terjadinya kelarutan karbida ke austenit dan terdifusinya karbon dan unsur paduannya.<sup>[2]</sup>

### Kekerasan

Kekerasan diartikan sebagai ketahanan suatu material terhadap penekanan atau daya tembus dari material lain yang memiliki sifat mekanik yang lebih keras. Kekerasan adalah karakteristik dari suatu material sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya. Kekerasan suatu material bisa berbeda dari sebelumnya jika diberi perlakuan *cold worked* misalnya penarikan, pengerolan, pemakanan, dan lainnya. Kekerasan bisa didapatkan sesuai dengan kebutuhan melalui perlakuan panas. Kekerasan suatu material bisa diketahui melalui pengujian kekerasan menggunakan

uji kekerasan. Ada tiga metode uji kekerasan yang sudah umum diterapkan yaitu Vickers, Brinell, dan Rockwell.<sup>[1]</sup>

**PROSEDUR EKSPERIMEN**

Dalam percobaan ini material yang digunakan adalah paduan aluminium jenis 6061. Paduan aluminium jenis 6061 yang digunakan sebanyak empat sampel sejenis yaitu satu diamati mikro struktur dan diuji kekerasan Vickers, dan sisanya yang tiga mendapat perlakuan panas berupa *sintering* pada temperatur 500<sup>0</sup>C kemudian *diquenching* dengan media air dan *diaging* pada temperatur 300<sup>0</sup>C selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Paduan aluminium jenis 6061 dari masing-masing proses dipoles dan dihaluskan kemudian diamati strukturmikro dan diuji kekerasan Vickers.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

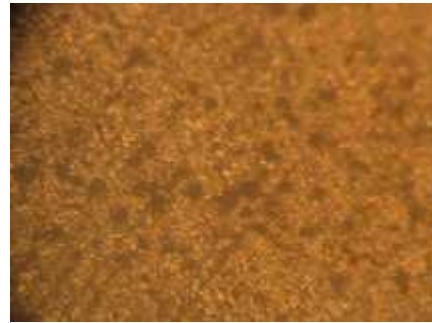
Pengu- jian	Tanpa perla- kuan (HV)	Waktu Tahan		
		1 jam (HV)	2 jam (HV)	3 jam (HV)
1	73,9	45,7	37,2	31,5
2	73,3	42,8	37,3	33,5
3	75,9	45,6	39,0	29,0
Rata- rata	74,4	44,7	37,8	31,3

(Sumber: Pengolahan data)

Pada tabel 1 dapat dilihat kekerasan paduan Al mengalami penurunan setelah mengalami proses *sintering-quenching-aging* seiring dengan lama waktu penahanan saat proses aging. Penurunan yang terjadi adalah sebesar 29,7 HV atau 39,92% untuk waktu tahan selama 1 jam, 49,19% untuk waktu tahan selama 2 jam, dan 57,93% untuk waktu tahan selama 3 jam. Penurunan kekerasan ini disebabkan oleh pengkasaran butir yang terjadi pada tiap *quenching* dimana atom-atom penyusunnya belum sempat memperbaiki posisinya sehingga secara langsung mengakibatkan butir-butirnya menjadi lebih kasar.

Pengamatan struktur mikro dari suatu logam adalah salah satu sarana untuk melihat

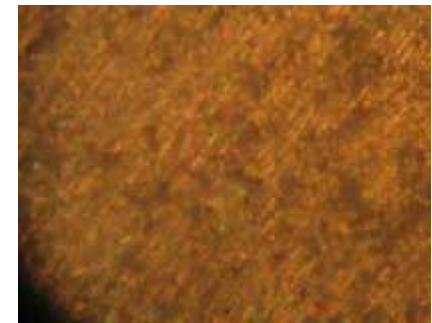
perubahan morfologi butir. Sifat mekanik dari material dipengaruhi oleh morfologi butir dari material itu sendiri. Dibawah ini ditampilkan hasil pengamatan struktur mikro dari masing-masing sampel besi sebelum dan sesudah melalui *heat treatment* (perlakuan panas).



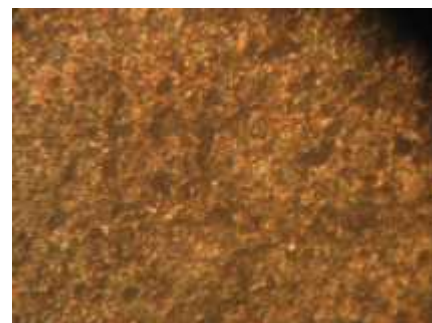
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 1.** (a) hasil mikroskop optik untuk paduan Al tanpa perlakuan, (b) hasil mikroskop optik untuk paduan Al waktu tahan 1 jam, (c) hasil mikroskop optik untuk paduan Al waktu tahan 2 jam, (d) hasil mikroskop optik untuk paduan Al waktu tahan 3 jam. (Sumber: hasil pengamatan)

Pada gambar 1, dapat dilihat struktur mikro paduan aluminium sebelum mendapat perlakuan panas dan sesudah mendapat perlakuan panas. Struktur butir pada sampel 1 yang tanpa perlakuan panas terlihat halus. Pada sampel 2, 3, dan 4 yang mendapat perlakuan panas, terjadi pengkasaran butir jika dibandingkan dengan sampel yang pertama, dan pengkasaran butir terjadi terus pada sampel 3 dan sampel 4. Perubahan struktur mikro tersebut karena adanya proses difusi ketika paduan aluminium mendapat perlakuan panas, khususnya saat berada pada kondisi temperatur tinggi, yaitu di sekitar titik leleh dari aluminium. Pada saat paduan aluminium disintering mencapai  $500^{\circ}\text{C}$  dimana titik leleh aluminium sendiri berada pada temperatur  $\pm 600^{\circ}\text{C}$ , kemudian diquenching dan diaging pada temperatur  $300^{\circ}\text{C}$  dan diquenching kembali, terjadi perpindahan atomik dengan cepat, atom yang terlarut mengalami distribusi ulang dan mengakibatkan komposisi dalam batang paduan aluminium menjadi homogen. Perlakuan quenching meningkatkan sifat mekanik dan fisik dari paduan karena baik cacat titik dan atom terlarut yang melebihi densitas kesetimbangan dipertahankan selama proses tersebut. Perlakuan quenching juga mengakibatkan terjadi tegangan sisa dan regangan pada kisi. Pada paduan aluminium terjadi pelunakan yang disebabkan adanya presipitasi yang berdispersi halus mengalami pengasaran.

Berdasarkan hasil sifat mekanik yang didapat, pengujian yang dilakukan memiliki hubungan antara satu dengan lainnya. Pengamatan struktur mikro berhubungan erat dengan hasil dari pengujian kekerasan dari besi yang diteliti. Terdapat beberapa faktor

yang mempengaruhi sifat mekanik selama proses perlakuan panas, antara lain; mekanisme dan variabel proses, dan sifat dasar material uji itu sendiri.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa data di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah Penurunan kekerasan terjadi mengalami proses sintering-quenching-aging seiring dengan lama waktu penahanan saat proses aging. Penurunan yang terjadi adalah sebesar 29,7 HV atau 39,92% untuk waktu tahan selama 1 jam, 49,19% untuk waktu tahan selama 2 jam, dan 57,93% untuk waktu tahan selama 3 jam.

### REFERENSI

- [1] Darmanto. Pengaruh  *Holding Time*  Terhadap Sifat Kekerasan Dengan  *Refining The Core*  Pada Proses  *Carburizing*  Material Baja Karbon Rendah. Jurnal. Traksi. Vol. 4. No. 2, Desember 2006. Hlm 91.
- [2] Gunawarman, Adam Malik dan Hendra Suherman. Kontribusi Proses Pengerolan Terhadap Penguatan Aluminium dan Pembentukan Struktur Nano Pasca Proses Cetak Tekan (ECAP). Jurnal. Palembang: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 2010. Hlm 161-167.
- [3] R. E. Smallman and R. J. Bishop.  *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering* . Jakarta: Erlangga. 2000. Hlm 187-190 dan 283-285.
- [4] Sri Nugroho, Gunawan Dwi Haryadi. Pengaruh Media  *Quenching Air Tersirkulasi (Circulated Water)*  Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 1045., Jurnal. ROTASI – Volume 7 Nomor 1 Januari 2005. Hlm 19-23.



## **ANALISIS KEKERASAN AL-6061 HASIL COR DENGAN PERLAKUAN PANAS DOUBLE QUENCHING**

**Maula Nafi**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [maula.nafi@untag-sby.ac.id](mailto:maula.nafi@untag-sby.ac.id)

### **ABSTRAK**

Proses perlakuan panas dilakukan di akhir suatu proses manufaktur dengan tujuan adanya peningkatan nilai dari suatu material. Aluminium jenis Al-6061 adalah material yang biasanya digunakan untuk kepentingan konstruksi, serta manufaktur part mesin otomotif. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi double quenching dan waktu pendinginan pada hasil pengecoran Al-6061 terhadap nilai kekerasannya. Al-6061 dicor dengan temperature hingga 600°C dan dicetak kemudian diberikan perlakuan panas *double quenching* pada tiga jenis media, air, oli SAE40, dan solar, dengan tiga variasi waktu tahan, yaitu 5, 10, dan 15 detik. Spesimen hasil penelitian tersebut diuji nilai kekerasannya menggunakan alat uji kekerasan Rockwell. Hasil analisis menunjukkan nilai kekerasan tertinggi diperoleh 49.4 HRB dengan media oli SAE+air dan waktu 10 detik. Nilai kekerasan terendah adalah 45.7 dengan media air+oli SAE40 dan waktu 15 detik. Media paling optimum untuk perlakuan panas *double quenching* dan meningkatkan nilai kekerasan adalah media oli SAE40 + air. Dan waktu tahan *quenching* paling optimum adalah 10 detik. Jika terlalu cepat (5 detik) dan terlalu lama (15 detik), angka kekerasannya cenderung lebih rendah.

**Kata kunci:** aluminium, *double quenching*, kekerasan, oli SAE40, Rockwell.

### **PENDAHULUAN**

Proses perlakuan panas merupakan tahap akhir dari proses manufaktur sebelum dipergunakan sesuai dengan kebutuhannya. Tujuan dari proses perlakuan panas yaitu untuk meningkatkan sifat mekanik suatu material. Penelitian kali ini yaitu menganalisis hasil coran suatu material, yaitu Aluminium 6061 dengan diberikan perlakuan panas setelahnya. Perlakuan panas yang digunakan yaitu *double quenching*. Hasil yang dianalisis yaitu nilai kekerasannya.

Aluminium jenis 6XXX biasanya diaplikasikan pada *part* otomotif dan alat-alat konstruksi, karena memiliki sifat anti korosi, *machinability* yang baik, serta konduktivitas termal dan elektrik yang baik pula<sup>[1]</sup>. Komposisi pada aluminium 6061 yaitu

didominasi oleh Mg dan Si yang lebih besar dibandingkan dengan Al jenis lainnya (1XXX, 2XXX, dll) Pada diagram fasa Al-Si-Mg, dapat diketahui bahwa Al 6061 mempunyai dua fasa dan satu karbida yang terbentuk yaitu -AlFeSi, -Al(FeSi) dan Mg<sub>2</sub>Si<sup>[2]</sup>.

*Double Quenching* adalah salah satu metode perlakuan panas yang berdasar pada *quenching* atau proses pendinginan cepat, yaitu dengan cara mendinginkan logam yang telah di panaskan ke dalam media pendingin. Biasanya air dipilih menjadi media pendingin karena air cocok untuk logam yang memiliki tingkat kekerasan atau herdenability yang relatif rendah seperti aluminium. Pendinginan dilakukan secara cepat, dari temperatur pemanas (500°C) ke temperatur yang lebih



rendah<sup>[3]</sup>. *Double quenching* yaitu proses *quenching* yang dilakukan dua kali secara berurutan, dengan tujuan mendapatkan butiran struktur yang lebih halus, sehingga mampu meningkatkan sifat mekaniknya<sup>[4]</sup>.

Astrini, et.al<sup>[5]</sup> menyebutkan media pendingin yang biasanya digunakan pada proses *quenching* adalah:

1. Air Garam (  $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 1.01 \text{ Pa.s}$ )  
Punya angka viskositas yang rendah sehingga laju pendinginannya cepat. Massa jenis lebih besar dibandingkan dengan solar, oli, udara, dan air biasa
2. Air (  $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 1.01 \text{ Pa.s}$ )  
Mempunyai massa jenis yang besar tetapi lebih kecil dari air garam, kekentalannya rendah, sama dengan air garam, tetapi laju pendinginannya lebih lambat dari air garam.
3. Solar (  $\rho = 981 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 3.25 \text{ Pa.s}$ )  
Memiliki viskositas yang tinggi dibandingkandengan air dan massa jenisnya lebih rendah dibandingkan air sehingga laju pendinginannya lebih lambat.
4. Oli (  $\rho = 981 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 4.02 \text{ Pa.s}$ )  
Oli memiliki viskositas atau kekentalan yang tinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga lajupendinginannya lambat
5. Udara (  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ )  
Udara tidak memiliki viskositas tetapi hanya memiliki massa jenisnyasehingga laju pendinginannya sangat lambat

Pada penelitian ini, diberikan variasi media pendingin pada *double quenching* sehingga dapat dianalisis pada variasi mana yang mempengaruhi kekerasan Al-6061.

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### *Persiapan Alat dan Bahan*



Gambar 1. Al-6061 dalam bentuk batang

Alat yang digunakan adalah satu set tungku pengecoran, termokopel tipe K, cetakan spesimen. Wadah bejana disiapkan untuk proses perlakuan panas *double quenching*. Pengujian kekerasan menggunakan mesin Uji Kekerasan jenis Rockwell. Bahan yang digunakan yaitu Aluminium tipe 6061 dalam bentuk batang, media pendingin yang dipakai yakni variasi antara air, oli SAE40, dan solar.

### *Pengecoran*



Gambar 2. Proses peleburan Al-6061

Proses diawali dengan cara memanaskan tungku selama 30 menit atau hingga temperatur mencapai  $400^\circ\text{C}$ , lalu memasukkan aluminium dalam tungku yang sudah mulai panas. Operator terus memantau peningkatan temperatur dengan

menggunakan termokopel hingga aluminium mencair pada 600°C. Operator memasukkan serbuk pasir silika pada logam cair untuk mengumpulkan kerak atau kotoran, lalu membuangnya keluar. Sembari, memanaskan cetakan untuk persiapan proses penuangan. Setelah logam cair dan cetakan siap, operator menuang logam ke dalam cetakan.

*Double Quenching*

Proses *double quenching* dimulai dengan menyiapkan bejana dan media pendingin sesuai dengan variasi yang ditentukan. Variasi media pendinginnya yaitu A = air dan oli, B = oli dan air, C = solar dan air. Setelah media pendingin siap, operator membongkar cetakan yang sudah di cor, memisahkan antara hasil coran dan cetaknya, kemudian memasukkan ke dalam masing masing media pendingin yang ditentukan, dengan variasi waktu yang ditentukan, yaitu 5, 10, dan 15 detik. Setelah selesai pencelupan di media pertama, spesimen langsung diangkat dan dimasukkan pada media kedua dengan variasi yang sama pula. Terakhir, operator mengangkat spesimen dan meniriskannya. Spesimen siap untuk diuji.

*Uji Kekerasan*



Gambar 3. Alat uji kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell. Preparasi spesimen dilakukan dengan cara memotong sesuai ukuran yang proposional dan meratakan permukaannya. Alat uji kekerasan Rockwell disiapkan dengan indenter kerucut intan<sup>[6]</sup>. Operator mengatur mata sudut sebesar 120° kemudian

menyentuhkannya ke permukaan specimen dengan skala sampai dengan 150 kg dan menahan beban tersebut sampai 30 detik. Terakhir, operator mengembalikan beban ke posisi semula dengan cara membuka katup hidrolik. Angka kekerasan muncul dan siap dicatat.

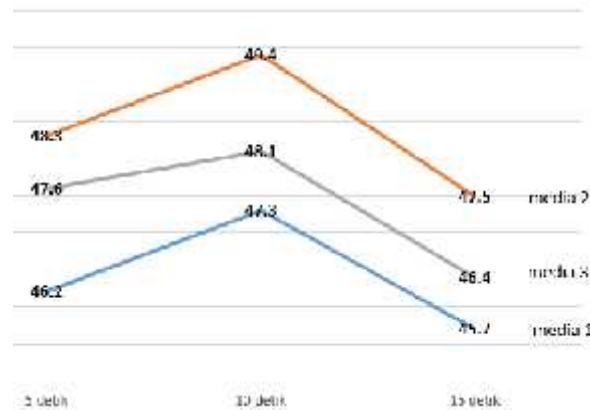
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian kekerasan pada setiap variasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Al-6061 (HRB)

	5 detik	10 detik	15 detik
Media 1	<b>46.2</b>	<b>47.3</b>	<b>45.7</b>
Media 2	<b>48.3</b>	<b>49.4</b>	<b>47.5</b>
Media 3	<b>47.6</b>	<b>48.1</b>	<b>46.4</b>

Nilai kekerasan Al-6061 tanpa perlakuan panas adalah 45 HRB. Pada tabel 1, media 1 yaitu air + oli SAE40, media 2 yaitu oli SAE40 + air, dan media 3 yaitu solar + air. Dapat dilihat sekilas pada tabel 1 bahwa nilai kekerasan tertinggi yaitu 49.4 HRB pada media 2 dengan variasi waktu tahan *quenching* 10 detik. Hasil kekerasan ini dapat dilihat lebih jelas pada grafik yang ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik hasil uji kekerasan

Dapat dilihat jelas pada gambar 4 bahwa terjadi peningkatan nilai kekerasan karena perlakuan panas *double quenching*. Media pendingin yang dinilai paling optimum untuk meningkatkan angka kekerasan adalah media 2, yaitu oli SAE40 + air, karena mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan media yang lainnya,

sesuai dengan *handbook* MacKenzie dan Totten<sup>[2]</sup>.

Nilai kekerasan berdasarkan waktu tahan *quenching* dapat dianalisis dari gambar 4. Angka kekerasan meningkat dengan waktu tahan 5 detik jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan, kemudian angka kekerasan meningkat pada 10 detik, dan kembali menurun pada waktu tahan 15 detik. Artinya, waktu tahan *quenching* paling optimum yaitu pada 10 detik. Jika terlalu lama (dalam hal ini sampai 15 detik), dapat menurunkan nilai kekerasannya.

Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada variasi media pendingin 2, yaitu oli SAE40 + air dengan waktu tahan 10 detik, dengan angka kekerasan 49.4 HRB. Sedangkan nilai kekerasan terendah diperoleh pada variasi media pendingin 1, yaitu air + oli SAE dengan waktu tahan 15 detik, dengan angka kekerasan 45.7 HRB.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Media pendingin paling optimum untuk *double quenching* adalah oli SAE40 dilanjutkan dengan air
2. Waktu tahan *quenching* paling optimum adalah 10 detik, karena jika terlalu lama (15 detik), nilai kekerasan akan kembali menurun.
3. Angka kekerasan tertinggi diperoleh dengan variasi media oli SAE40 + air dengan waktu tahan 10 detik, yaitu 49.4 HRB
4. Angka kekerasan terendah diperoleh dengan variasi media air + oli SAE40 dengan waktu tahan 15 detik, yaitu 45.7 HRB

#### REFERENSI

- [1] Schönmetz, A. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam. Bandung: Angkasa. 2012
- [2] MacKenzie, D.S., Totten, G.E. Handbook of Aluminum Vol. 1 – Physical Metallurgy and Processes. New York: Library of Congress Cataloging in Publication Data. 2003

- [3] American Standard Manufacturing. ASM Metal Handbook Vol. 4 – Heat Treating. ASM Handbook Committee. 1991
- [4] American Standard Manufacturing. ASM Metal Handbook Vol. 9 – Metallography and Microstructure. ASM Handbook Committee. 2004
- [5] Astrini, I.R., Karokaro, P., Supriyatna, Y.I. Pengaruh Heat Treatment dengan Variasi Media Quenching Air dan Oli terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135. 2016. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika Vol. 4 No. 02
- [6] Dieter, G., *Mechanical Metallurgy*, 3rd Ed., McGraw-Hill Book Co. 1986



**ANALISA PENGARUH VISCOSITAS LUMPUR DAN VARIASI  
DIAMETER PIPA ISAP LUMPUR TERHADAP KAPASITAS ALIRAN  
PADA MESIN POMPA PENYEDOT LUMPUR**

**Supardi, Wawan Julianto**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [supardi@untag-sby.ac.id](mailto:supardi@untag-sby.ac.id)

**ABSTRAK**

*Nowadays, we find several places in towns which hit by floods, it happen because some things, for example water duct which is gagged because of a bunch of rubbish, a small duct just make the water overload, and a shallow duct because of mud sediment. Because of the problem above, there is an idea to design a process to make a simple tool named piping installation on the pump vacuum of mud. This research method is used to analyze the influence of mud viscosity and diameter variation of mud suction pipe to the flow capacity of mud vacuum pump machine. Each of mud viscosity diameter 1,1225 N.s/m<sup>2</sup>, 1,1849 N.s/m<sup>2</sup>. And diameter variable of mud pump vacuum 0,0127m, 0,0191m, 0,0254m. The examiner tries to do this observation in each variable for three times. From the statement above, it can assume that the higher value of mud viscosity the lower of pipeline capacity. In each higher viscosity ( ) = 1,3003 N.s/m<sup>2</sup>, in diameter of mud pump vacuum 0,0127m,  $Q_{out} = 0,0002886 \text{ m}^3/\text{s}$ , in diameter of mud pump vacuum 0,0191m,  $Q_{out} = 0,0002975 \text{ m}^3/\text{s}$ , in diameter of mud pump vacuum 0,0254m,  $Q_{out} = 0,0003667 \text{ m}^3/\text{s}$ . Meanwhile, in trial diameter variation of mud suction pipe, the bigger diameter of mud suction pipe the higher of pipeline capacity. So the higher of pipeline capacity is happen in diameter of mud suction pipe 0,0254m with  $Q_{out} = 0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$ . The higher pipeline viscosity ( $Q_{in}$ ) is happen in diameter of mud suction pipe 0,0254m which is ( $Q_{in}$ ) =  $0,0001784 \text{ m}^3/\text{s}$  and resulting ( $Q_{out}$ )  $0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$ .*

**Keywords:** Mud pump vacuum, diameter variation of mud suction pipe.

**PENDAHULUAN**

Pada saat ini sering kita jumpai beberapa tempat di kota-kota yang dilanda banjir, hal ini terjadi karena beberapa hal diantaranya yaitu saluran air yang tersumbat karena adanya sampah yang menumpuk, kecilnya saluran air membuat air yang mengalir melebihi dari saluran air tersebut, dan dangkalnya saluran air karena adanya pengendapan lumpur.

Untuk mengatasi terjadinya banjir berbagai upaya dilakukan oleh semua pihak, sebagai contoh: dengan bergotong royong

melebarkan saluran air, membersihkan sampah yang ada di saluran air, dan mengambil (mengeruk) lumpur yang mengendap di saluran air.

Dari salah satu kegiatan gotong royong di atas yaitu mengambil (mengeruk) lumpur yang mengendap di saluran air, untuk saluran air yang mempunyai lebar lebih dari 4 meter bisa menggunakan mesin pengeruk (mesin bego) lalu yang menjadi permasalahannya adalah bagaimana jika lebar saluran air kurang dari 4 meter, apakah masih menggunakan alat tradisional (cangkul,

sekop, dll) untuk mengambil (mengeruk) lumpur tersebut.

Dari permasalahan di atas, maka timbul ide untuk membuat suatu alat sederhana yang dapat membantu meringankan proses pekerjaan gotong royong tersebut yaitu: mengeruk dan menyedot lumpur yang ada di selokan dengan cara dileburkan. Dari ide tersebut, penulis merancang proses pembuatan suatu alat sederhana yaitu instalasi perpipaan pada pompa penyedot lumpur. Dan penelitian ini bermaksud untuk untuk “Menganalisa Pengaruh Viscositas Lumpur dan Variasi Diameter pipa Isap Lumpur Terhadap Kapasitas Aliran Pada Mesin Pompa Penyedot Lumpur”, dan diharapkan diperoleh alat yang mampu untuk menanggulangi berbagai permasalahan di atas.

**Pengertian fluida**

Fluida adalah zat yang berubah bentuk secara kontinu (terus-menerus) bila terkena tegangan geser, berapapun kecilnya tegangan geser itu. Fluida secara umum bila dibedakan dari sudut kemampatannya (compressibility), maka bentuk fluida terbagi dua jenis, yaitu; compressible fluid dan incompressible fluid.

**Sifat-sifat fluida**

Fluida sejati mempunyai atau menunjukkan sifat-sifat atau karakteristik-karakteristik yang penting. Diantaranya adalah kerapatan (density), laju aliran massa, viskositas.

**Kerapatan (density)**

Kerapatan (density) adalah merupakan jumlah atau kuantitas dari suatu zat, nilai kerapatandipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur maka kerapatan suatu fluida semakin berkurang karna disebabkan gaya kohesi dari molekul-molekul fluida semakin berkurang. Kerapatan (density) dapat dinyatakan dalam tiga bentuk:

- ) Mass density ( )
- ) Berat spesifik/berat jenis (specific weight) ( )

) Spesifik gravity (sg)

Mass density ( $\rho$ ) satuan dalam SI adalah  $kg/m^3$ .

Mass density adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut. Sifat ini ditentukan dengan cara menghitung ratio massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut. Hubungannya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- $\rho$  = massa density ( $kg/m^3$ )
- m = massa fluida (kg)
- V = volume fluida ( $m^3$ )

Mass density fluida bervariasi tergantung jenis fluidanya.

Berat spesifik / berat jenis (*specific weight*) ( $\gamma$ )

Berat spesifik adalah massa jenis dari suatu zat yang dipengaruhi gaya tarik bumi atau gravitasi, satuan dalam SI adalah  $N/m^3$ . Jadi hubungannya dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\gamma = \rho \cdot g \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

- $\gamma$  = berat spesifik ( $N/m^3$ )
- $\rho$  = massa density ( $kg/m^3$ )
- g = percepatan gravitasi ( $9,8 m/s^2$ )

**Spesifik gravity (sg)**

Spesifik gravity adalah perbandingan antara kerapatan suatu zat dengan kerapatan air (untuk cairan) dan udara (untuk gas). Spesifik gravity adalah besaran murni jadi tidak mempunyai satuan, dinyatakan pada persamaan sebagai berikut:

Untuk fluida gas:

$$S_g = \frac{\rho}{\rho_u} = \frac{\rho}{1.29 / m^3} \dots\dots (2.3)$$

Untuk fluida cair:

$$S_c = \frac{\rho}{\rho_a} = \frac{\rho}{1.000 / m^3} \dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- $S_g$  = spesifik gravity
- $\rho$  = kerapatan suatu zat ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\rho_a$  = kerapatan air ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\rho_u$  = kerapatan udara ( $\text{kg/m}^3$ )

**Laju aliran massa**

Laju aliran massa fluida yang mengalir dapat diketahui dengan persamaan di bawah ini:

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A \dots\dots\dots (2.5)$$

Atau:

$$\dot{m} = \frac{V \cdot A}{\dot{V}}$$

Keterangan:

- $\dot{m}$  = laju aliran massa ( $\text{kg/s}$ )
- $V$  = kecepatan aliran fluida ( $\text{m/s}$ )
- $\dot{V}$  = volume jenis ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

**Kekentalan (viscosity)**

Kekentalan didefinisikan sebagai gesekan internal atau gesekan fluida terhadap wadah dimana fluida itu mengalir. Ini ada dalam cairan atau gas, dan pada dasarnya adalah gesekan antar lapisan fluida yang berdekatan ketika bergerak melintasi satu sama lain atau gesekan antara fluida dengan wadah tempat ia mengalir. Untuk fluida yang berbeda, fluida yang kental, diperlukan gaya yang lebih besar. Tetapan kesebandingan untuk persamaan ini didefinisikan sebagai koefisien kekentalan :

$$\uparrow = \frac{FL}{Av} \dots\dots\dots (2.6)$$

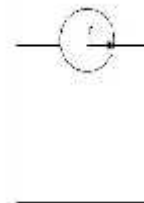
dimana:

- $\uparrow$  = koefisien kekentalan (Pa.s)
- $F$  = gaya (N)
- $A$  = luasan fluida yang bersinggungan dengan setiap lempengan ( $\text{m}^2$ )
- $v$  = kecepatan fluida ( $\text{m/s}$ )
- $L$  = jarak lempengannya (m)

**Viscosimeter Bola Jatuh**

Apabila benda bergerak dalam zat cair atau sebaliknya akan timbul gaya yang besarnya berbanding lurus dengan kecepatannya. Bila sebuah bola (gambar 1) yang massa jenisnya lebih besar daripada

massa jenis fluida dan berjari-jari  $r$ , dimasukkan ke dalam suatu fluida zat cair, maka bola tersebut akan jatuh dipercepat sampai suatu saat kecepatannya maksimum ( $V_{maks}$ ). Pada kecepatan  $V_{maks}$  ini, benda akan bergerak beraturan karena gaya beratnya sudah diimbangi oleh gaya gesek fluida.



Gambar 1. Gaya-gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam fluida

Menurut George Stokes besarnya gaya gesek pada fluida inilah yang disebut gaya stokes dengan koefisien viskositasnya dengan konstanta  $k = 6 \pi r$ . Sehingga gaya gesek (gaya stokes) dapat dirumuskan sebagai :

$$F_s = k \eta V$$

$$F_s = 6\pi r \eta V$$

Pada percobaan viscosimeter bola jatuh, bola dijatuhkan pada cairan yang diukur kekentalannya. Mula-mula bola akan mengalami percepatan dikarenakan gravitasi, namun karena kekentalan cairan percepatan berkurang dan akhirnya nol. Pada saat itu kecepatan bola tetap (kecepatan terminal  $V_m$ ). Pada saat kecepatan terminal tercapai, berlaku keadaan:

$$F_y \times 0 = F_a + F_s + F_g \dots\dots\dots (2.7)$$

maka persamaan (2.6) menjadi :

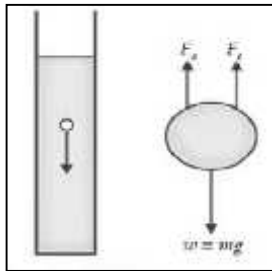
$$V_m \times \frac{2r^2g}{9\eta} (\dots Z \dots) \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

- $V_m$  = kecepatan terminal (cm/detik)
- $\eta$  = Viscositas (gr/cm.detik)
- $r$  = jari – jari bola (cm)
- $\rho_b$  = rapat massa bola ( $\text{gr/cm}^3$ )
- $\rho_f$  = rapat massa cairan ( $\text{gr/cm}^3$ )
- $g$  = percepatan gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )

jika :  $\sim X \frac{2r^2g}{g}$  ..... (2.9)

Bila  $\rho$  dan  $\omega$  diketahui serta  $r$  dan  $V_m$  diukur maka dengan menggunakan persamaan (2.8) dapat ditentukan.



Gambar 2. Gaya-gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam fluida

**Bilangan Reynold**

Bilangan Reynold merupakan bilangan tak berdimensi yang menyatakan perbandingan antara gaya inersia dan gaya viskos yang terjadi pada fluida. Bilangan Reynold dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$Re = \frac{\rho \cdot d \cdot V}{\mu}$$

Keterangan :

- Re = Bilangan Reynold
- $\rho$  = massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )
- V = kecepatan aliran fluida (m/s)
- $\mu$  = viskositas fluida dinamik ( $N \cdot s/m^2$ )

Karena viskositas dinamik dibagi massa jenis fluida merupakan viskositas kinematik ( $\nu$ ), maka bilangan reynold juga dapat dinyatakan:

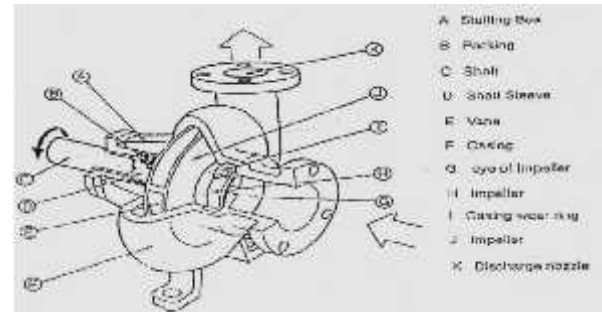
$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \text{ sehingga } Re = \frac{d \cdot V}{\nu}$$

**Pengertian Pompa Sentrifugal**

Pompa sentrifugal adalah suatu mesin kinetis yang mengubah energi mekanik menjadi energi fluida menggunakan gaya sentrifugal (Sularso, 2004), pompa sentrifugal terdiri dari sebuah *impeller* yang berputar di dalam sebuah rumah pompa (*Casing*). Pada rumah pompa dihubungkan dengan saluran hisap dan saluran keluar. Sedangkan *impeller* terdiri dari sebuah cakram dan terdapat sudu-sudu, arah putaran sudu-sudu itu biasanya

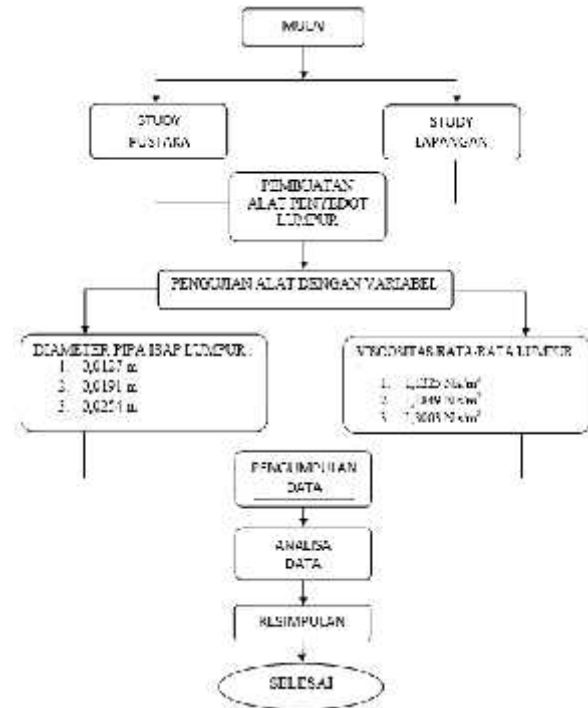
dibelokkan ke belakang terhadap arah putaran.

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Bagian utama pompa sentrifugal.

**PROSEDUR EKSPERIMEN**

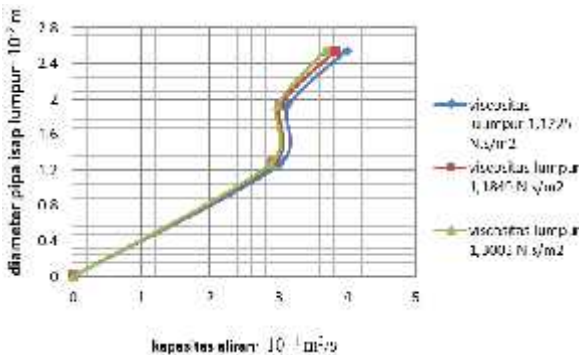


Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Penelitian

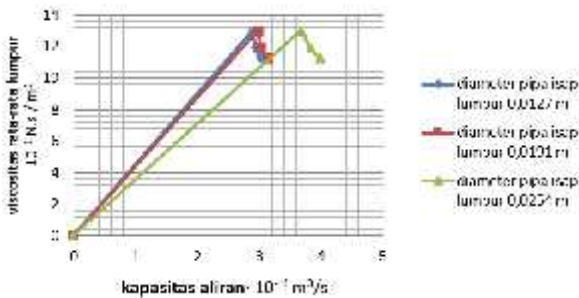
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 1. Data hasil penelitian

No	Diameter pipa isap lumpur (m)	Viskositas lumpur (N.s/m <sup>2</sup> )	Polas Pompa (rpm)	Q <sub>in</sub> (lumpur) (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>out</sub> (air / lumpur) (m <sup>3</sup> /s)
1	0,0127	1,1225	2817	0,000225	0,003015
		1,3003	2785	0,000201	0,002886
		1,1225	2795	0,000425	0,003525
2	0,0191	1,3003	2783	0,000307	0,003505
		1,3003	2765	0,000374	0,002975
		1,1225	2765	0,001784	0,003894
3	0,0254	1,3003	2757	0,001835	0,003829
		1,3003	2725	0,001475	0,003667



Gambar 5. Grafik pengaruh diameter pipa terhadap kapasitas aliran fluida



Gambar 6. Grafik pengaruh viskositas lumpur terhadap debit fluida

Berdasarkan hasil perhitungan data dan grafik di atas, kapasitas aliran ( $Q_{out}$ ) tertinggi dalam pengujian yaitu sebesar  $0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$  terjadi pada variasi diameter pipa isap lumpur  $0,0254 \text{ m}$  dengan nilai  $Q_{in} (\text{lumpur}) = 0,0001784 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hal ini menunjukkan hubungan antara kapasitas aliran dan diameter pipa isap lumpur adalah semakin besar diameter pipa isap lumpur maka semakin tinggi pula

kapasitas alirannya. Seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.1.

Viskositas lumpur yang berbeda-beda juga berpengaruh terhadap kapasitas aliran ( $Q_{out}$ ). Berdasarkan hasil perhitungan data dan grafik di atas, kapasitas aliran ( $Q_{out}$ ) tertinggi dalam pengujian yaitu sebesar  $0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$  terjadi pada viskositas lumpur ( )  $1,1225 \text{ N.s/m}^2$  dengan nilai  $Q_{in} (\text{lumpur}) = 0,0001784 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dapat disebutkan bahwa suatu percobaan diameter pipa isap lumpur, semakin rendah nilai viskositas lumpur maka kapasitas aliran ( $Q_{out}$ ) semakin tinggi, atau dapat dikatakan bahwa nilai ( ) berbanding terbalik dengan nilai kapasitas aliran. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada setiap pengujian variasi diameter pipa isap lumpur semakin besar diameter pipa isap lumpur maka semakin tinggi pula kapasitas aliran. Dengan kapasitas aliran tertinggi pada tiap-tiap diameter pipa isap lumpur, pada diameter pipa isap lumpur  $0,0127 \text{ m}$  nilai kapasitas aliran sebesar  $0,0003015 \text{ m}^3/\text{s}$ , pada diameter pipa isap lumpur  $0,0191 \text{ m}$  nilai kapasitas aliran sebesar  $0,0003125 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan pada diameter pipa isap lumpur  $0,0254 \text{ m}$  nilai kapasitas aliran sebesar  $0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sehingga kapasitas aliran tertinggi terjadi pada diameter isap lumpur  $0,0254 \text{ m}$  dengan nilai  $Q_{out} = 0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $Q_{in} (\text{lumpur}) = 0,0001784 \text{ m}^3/\text{s}$ .
2. Semakin tinggi nilai viskositas lumpur maka semakin kecil kapasitas alirannya, begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai viskositas lumpur maka semakin besar kapasitas alirannya. Pada viskositas lumpur ( ) tertinggi =  $1,3003 \text{ N.s/m}^2$  masing-masing diameter pipa isap lumpur, nilai  $Q_{out} = 0,0002886 \text{ m}^3/\text{s}$  pada diameter pipa isap lumpur  $0,0127 \text{ m}$ , nilai  $Q_{out} = 0,0002975 \text{ m}^3/\text{s}$  pada diameter pipa isap lumpur  $0,0191 \text{ m}$ , dan nilai  $Q_{out} = 0,0003667 \text{ m}^3/\text{s}$  pada diameter pipa isap lumpur  $0,0254 \text{ m}$ . Pada viskositas lumpur ( ) terendah =  $1,1225 \text{ N.s/m}^2$  masing-masing diameter pipa isap lumpur, nilai



$Q_{out} = 0,0003015 \text{ m}^3/\text{s}$  pada diameter pipa isap lumpur 0,0127 m, nilai  $Q_{out} = 0,0003125 \text{ m}^3/\text{s}$  pada diameter pipa isap lumpur 0,0191 m, dan nilai  $Q_{out} = 0,0003984 \text{ m}^3/\text{s}$  pada diameter pipa isap lumpur 0,0254 m.

### REFERENSI

- [1] <http://uripgumulya.com/berbagai-komponen-dalam-pompa-sentrifugal>.
- [2] <https://nadhiffisikaunej.wordpress.com/2013/05/20/viskositas-dan-hukum-stokes>.
- [3] Hilmy Achmad, dkk., Buku Panduan Praktikum Mekanika Fluida, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 1996.
- [4] Jack B. Evett, Cheng Liu. *Fundamentals of Fluids Mechanics*. Dalam Chapter II Fluida.pdf-USU Institutional Repository-universitas sumatera utara.
- [5] Purতোমো Tjahjo., Buku Pedoman Praktikum Fisika Dasar, Fakultas Teknik Laboratorium Fisika Dasar – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2014.
- [6] Ram S. Gupta. *Hydrology and Hydraulic Systems*. Dalam Chapter I.pdf-USU Institutional Repository-universitas sumatera utara.
- [7] Sularso. Dan Haruo Tahara.2000.”Pompa dan kompresor : pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan”.Cetakan-7. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [8] Streeter V. L., Wylie E. B., dan Prijono A. *Mekanika Fluida*, ed-8, Penerbit Erlangga, Jakarta., 1999



**PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK, DAN KECEPATAN  
PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK  
PELAT BAJA KOMERSIAL**

**Djoko Sulistyono, Abdur Rohim**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [djokosulis@untag-sby.ac.id](mailto:djokosulis@untag-sby.ac.id)

**ABSTRAK**

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya. Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 100 A, 150 A dan 200 A. Pengambilannya dimaksudkan sebagai pembandingan dengan interval arus diatas. Pada variasi arus 100 A, 150 A, 200 A untuk tebal 10 mm diperoleh arus terbaik yaitu 100 A, dan 150 A dengan tegangan luluh 4890 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4950 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4110 kg/mm<sup>2</sup> dengan pembandingan tanpa pengelasan dengan tegangan luluh 4298,3 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4790 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4219,85 kg/mm<sup>2</sup>. Pada variasi arus 100 A, 150 A, 200 A untuk tebal 11 mm diperoleh arus terbaik yaitu 100 A, dengan tegangan luluh 4890 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4950 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4260 dan pada arus 150 didapat tegangan luluh 4859,4 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4950 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan patah 4376 kg/mm<sup>2</sup>, dengan pembandingan tanpa pengelasan dengan tegangan luluh 4298,3 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4790 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4219,85 kg/mm<sup>2</sup>. Dan regangan terbaik untuk tebal 10 mm dengan arus 100 A adalah 20 %, dan tebal 11 mm dengan arus 100 A adalah 22 %. Dan regangan terbaik untuk tebal 11 mm dengan arus 150 A adalah 22% Dimana dapat dilihat dari perbedaan arus 100 A dengan tebal 10 mm dan arus 100 A dan 150 A dengan tebal 11 mm, mempengaruhi kuar arus dan tebal, maka semakin tebal plat yang akan dilas maka arus di gunakan harus lebih besar.

**Kata kunci:** Uji Tarik, Arus, SMAW

**PENDAHULUAN**

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las

merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya. Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur

pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiryosumarto, 2000).

Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas (TIG, MIG, las busur CO<sub>2</sub>), las busur tanpa gas, las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus salah satunya adalah las SMAW (Shielding Metal Arc Welding). Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau Direct Current (DC), mesin las arus bolak-balik atau Alternating Current (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin Las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bilatitik cair bahan. induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif dan logam induk dihubungkan dengan kutub positif, sedangkan untuk mesin las DC polarita sterbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif. Pilihan ketika menggunakan DC polaritas negatif atau

positif adalah terutama ditentukan elektroda yang digunakan. Beberapa elektroda SMAW didisain untuk digunakan hanya DC- atau DC+. Elektroda lain dapat menggunakan keduanya DC- dan DC+. Elektroda ENK A 68 dapat digunakan pada DC polaritas terbalik (DC+). Pengelasan ini menggunakan elektroda ENK A 68 dengan diameter 2,6 mm, maka arus yang digunakan berkisar antara 165-190 Amper. Dengan interval arus tersebut, pengelasan yang dihasilkan akan berbeda-beda (Soetardjo, 1997). Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Baja paduan rendah biasa digunakan untuk pelat-pelat tipis dan konstruksi umum (Wiryosumarto, 2000). Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Arifin, 1997). Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 100 A, 150 A dan 200 A. Pengambilannya dimaksudkan sebagai pembanding dengan interval arus diatas.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian ini mengambil Judul : “ Pengaruh Kuat Arus Listrik, dan Kecepatan Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc*

Welding) Terhadap Kekuatan Tarik Pelat Baja Komersial.

**PROSEDUR EKSPERIMEN**

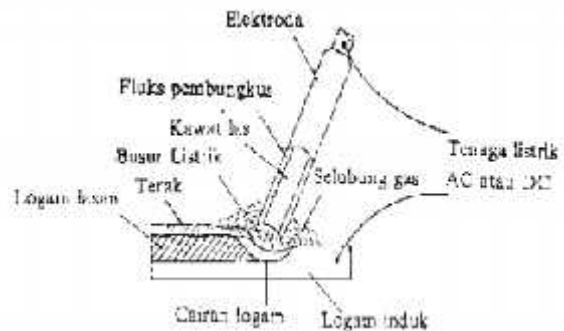
Las busur listrik elektroda terbungkus adalah proses pengelasan manual dengan menggunakan elektroda terbungkus sebagai bahan pelindungan dan energi panas yang dihasilkan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan logam dasar (Harsono Wiriyosumarto dan Toshie Okumura : 1996 : 9). Panas yang timbul pada busur listrik antara elektroda dan benda kerja melelehkan ujung elektroda dan benda kerja yang membentuk paduan dan membeku menjadi lasan.

Menurut Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (filler metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya. Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang di gunakan.

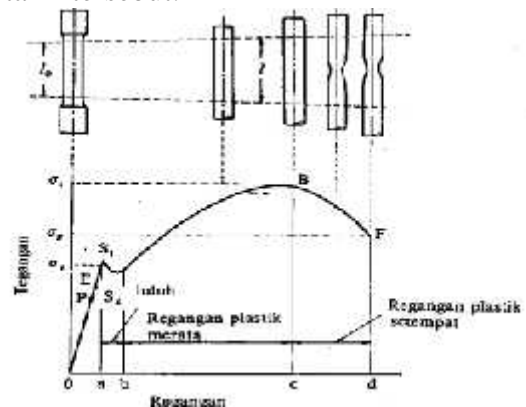
Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan

mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.



Gambar 1. Las Busur Listrik Dengan Elektroda Terbungkus Dan Pemindahan Logam Cair

Pengujian tarik bertujuan untuk menentukan ketahanan material terhadap pemutusan material akibat tarikan atau dengan kata lain untuk menentukan pertahanan perlawanan dari logam terhadap pemutusan hubungan akibat tarikan. Dari hasil uji tarik akan di dapatkan sebuah data yang menunjukkan pertahanan panjang dari logam akibat daya tarik . cara melakukan uji tarik adalah sebagai berikut; mula-mula benda kerja dijepit pada kedua ujung dengan penjepit kemudian diberi beban gaya tarik sampai material putus/patah. Pada saat pengujian perlu dilihat besarnya beban maksimum dan grafik yang akan terbentuk, sehingga di peroleh gaya pertambahan logam untuk memperoleh hasil perhitungan tegangan dan regangan yang ad dalam proses uji tarik tersebut.



Gambar 2. Kurva Tegangan-Tegangan

Pada saat material menerima beban P maka batang uji akan bertambah panjang dengan dengan penambahan sebesar L, pada batang uji bekerja tegangan sebesar:

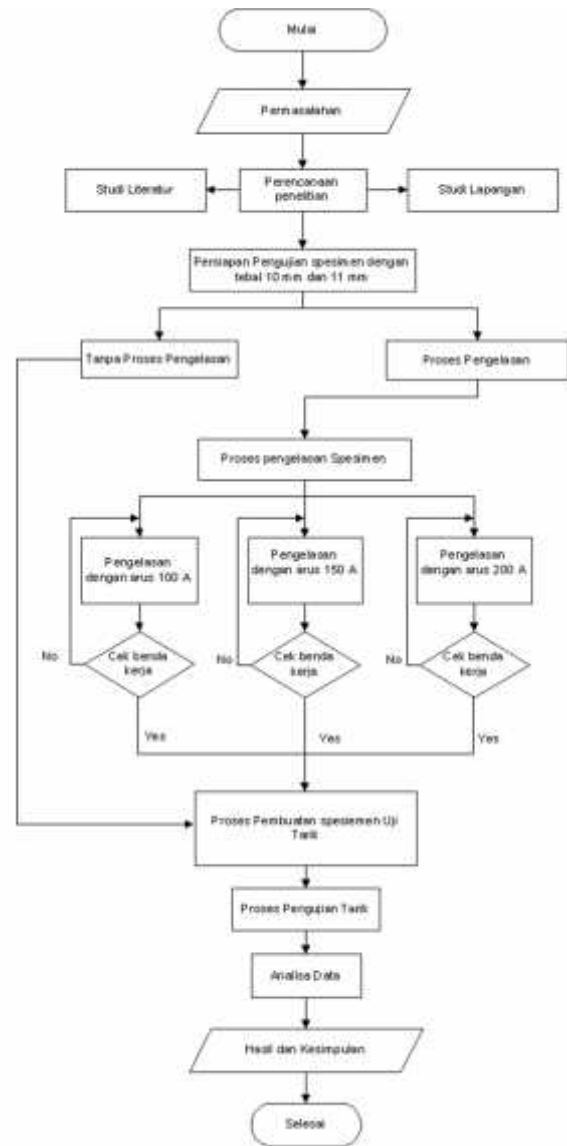
$$\sigma = \frac{P}{A_0} \left( \frac{k}{m^2} \right)$$

Dimana:  $\sigma$  = Tegangan (kg/mm<sup>2</sup>)  
 P = Beban (kg)  
 A<sub>0</sub> = Luasan awal batang (mm<sup>2</sup>)

Pada saat terjadi regangan pada batang uji besarnya adalah:

$$\sigma = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana: L<sub>0</sub> = panjang mula-mula specimen (mm)  
 L = panjang beban uji yang telah diberikan beban (mm)



Gambar 3. Flowchart Penelitian

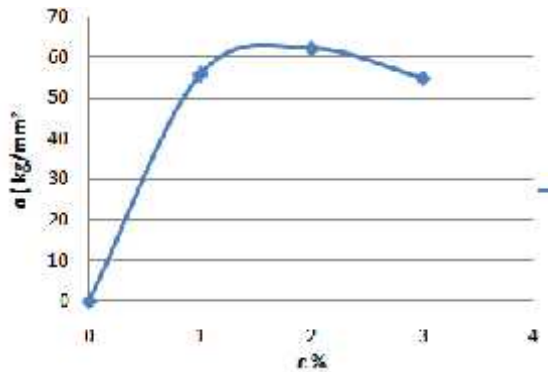
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil penelitian

Satuan	Temp. Isr	Tebal 10 mm			Tebal 11 mm		
		100 A	150 A	200 A	100 A	150 A	200 A
A <sub>0</sub>	mm <sup>2</sup>	77	90	90	77	77	77
L <sub>0</sub>	mm	30	30	30	30	30	30
L	mm	55	60	54	51	51	51
P <sub>max</sub>	Kg	1202,3	1890	2772	1890	1890,4	1811,4
P <sub>max</sub>	Kg	4190	4950	4950	4950	4950	4900
P <sub>0,2</sub>	Kg	4210,5	4100	4329,4	4277,5	4260	4339,4

Tabel 2. Data hasil perhitungan

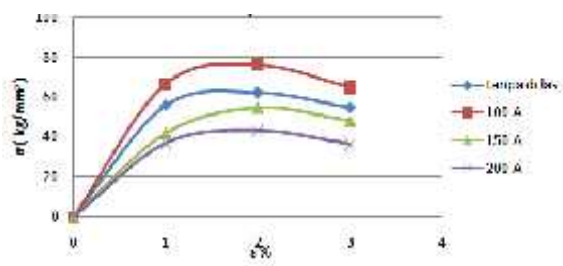
Satuan	Temp. Isr	Tebal 10 mm			Tebal 11 mm		
		100 A	150 A	200 A	100 A	150 A	200 A
σ <sub>y</sub>	Kg/mm <sup>2</sup>	55,82	54,33	41,92	45,51	65,30	62,48
σ <sub>max</sub>	Kg/mm <sup>2</sup>	62,70	66,11	54,56	57,23	64,30	56,63
σ <sub>0,2</sub>	Kg/mm <sup>2</sup>	54,80	45,00	53,00	47,22	55,52	50,83
ε	%	10	10	6	4	22	4



Gambar 4. Grafik tanpa proses pengelasan

Pada grafik diatas adalah spesimen tanpa proses pengelasan, spesifikasi specimen adalah baja komersial dimana pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik sehingga terlihat pada trendline diatas didapatkan kondisi fenomena dengan tegangan luluh diperoleh 4298,3 kg/mm<sup>2</sup> dari titik nol sebelum proses pengujian, adapun untuk tegangan maksimumnya diperoleh 4790 kg/mm<sup>2</sup> dan tegangan putus diperoleh 4219,85 kg/mm<sup>2</sup>.

Angka tegangan luluh diatas diperoleh dari persamaan  $\sigma_y = P_y / A_o$  dengan satuan kg/mm<sup>2</sup>, begitu juga dengan angka tegangan maksimum diperoleh dari persamaan  $\sigma_{max} = P_{max} / A_o$ , dan angka tegangan putusnya diperoleh dari persamaan  $\sigma_p = P_p / A_o$ . Dimana specimen tanpa proses diatas digunakan sebagai pembandingan dengan specimen dengan proses pengelasan.



Gambar 5. Grafik tebal 10 mm

Pada grafik diatas merupakan perbandingan antara proses penelitian dengan proses las dimana variabel arus dengan pengelasan adalah 100 A, 150 A, dan 200 A. Dengan spesifikasi pengujian dengan ketebalan plat 10 mm dan jenis baja yang digunakan adalah baja komersial. Trendline diatas dapat dilihat bahwa pengujian tarik tanpa las mempunyai

rating tertinggi dibandingkan dengan pengelasan. Dan tanpa las digunakan sebagai pembandingan dengan prese pengelasan yang ada.

Trendline diatas memperlihatkan arus 100 A memiliki hasil yang terbaik dengan nilai tegangan luluh 4890 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 5950 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan putus 4110 kg/mm<sup>2</sup>, dibandingkan dengan arus 150 A dengan tegangan putus 4829,4 kg/mm<sup>2</sup>, dan 200 A dengan tegangan putus 4277,5 kg/mm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan karena pengaruh tebal plat dengan arus, maka semakin tebal plat maka arus yang di keluarkan harus lebih tinggi, begitupun sebaliknya semakin tipis plat yang akan dilas maka arus yang digunakan semakin kecil.



Gambar 6. Spesimen Uji Tarik

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Pada variasi arus 100 A, 150 A, 200 A untuk tebal 10 mm diperoleh arus terbaik yaitu 100 A, dengan tegangan luluh 4890 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 5950 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4110 kg/mm<sup>2</sup> dengan pembandingan tanpa pengelasan dengan tegangan luluh 4298,3 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4790 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4219,85 kg/mm<sup>2</sup>. Pada variasi arus 100 A, 150 A, 200 A untuk tebal 11 mm diperoleh arus terbaik yaitu 100 A, dengan tegangan luluh 4890 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4997 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4260 kg/mm<sup>2</sup> dengan pembandingan tanpa pengelasan dengan tegangan luluh 4298,3 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan maksimum 4790 kg/mm<sup>2</sup>, dan tegangan patah 4219,85 kg/mm<sup>2</sup>. Dan regangan terbaik untuk tebal 10 mm dengan arus 100 A adalah 20 %,

dan tebal 11 mm dengan arus 100 A dan 150 A adalah 22 %.

#### REFERENSI

- [1] Wiryosumanto,H.,Dan Okumura,T.,1996, “*TeknologiPengelasanLogam*”Cetakan ke-7, PradnyaParamita,jakarta.
- [2] JIS,Hand book 1981,” ferrous Material and Metalurgi”., japanese standard Assocceation.
- [3] Sudira Tata dan Saito Shinruko,1995,” *PeengetahuanBahanTeknik*”.cetakan ke-3, PrandnyaParamita,Jakarta.
- [4] Suherman Wahid., 1985” *PengetahuanBahan*” ITS, Surabaya.
- [5] Dieter.F. George, Sriati Djaprie,1992,” *MetalurgiMekanikJilidI*”Cetakan ke-3 Erlangga Jakarta.
- [6] NasrurRoziqMaret 31 st, *AnalisaPengaruh Las SMAW dan Las AsitelinPada Plat Baja ST 42 TerhadapKekuatanTarik, KekerasandanStrukturMikro.*



## **ANALISA VARIABEL PEMBUKAAN KATUP PENGATUR TEKANAN (REGULATOR VALVE) UDARA DAN DIAMETER SELANG PVC (PU TUBE) TERHADAP PERFORMA MESIN PEMOTONG KERTAS TYPE PNEUMATIK**

**Gatut Priyo Utomo, Sayuti Adhitomo**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [djokosulis@untag-sby.ac.id](mailto:djokosulis@untag-sby.ac.id)

### **ABSTRAK**

Salah satu inovasi paling banyak dikembangkan dalam perindustrian adalah pneumatik. Pneumatik tersebut dapat digunakan dalam berbagai macam bentuk untuk aplikasi alat dan dapat dibuktikan banyak membantu pekerjaan. Tujuan serta manfaat dari penelitian ini adalah untuk menganalisa dan mengetahui mana performa terbaik dengan menggunakan beberapa variabel pembukaan Katup Pengatur Tekanan (Regulator valve) udara dan diameter selang PVC (PU Tube) terhadap kinerja mesin pemotong kertas type pneumatik. Sehingga perhitungan yang sesuai sangat di butuhkan pada alat ini. Metode penelitian yang digunakan adalah mesin pemotong kertas type pneumatik yang sudah ada dengan variasi pembukaan Katup Pengatur Tekanan (Regulator valve) udara  $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$  dan menggunakan variasi besarnya diameter selang 6mm, 8mm, 10mm. Dari hasil analisa dan perhitungan pada mesin pemotong kertas tipe pneumatik, disimpulkan bahwa dengan menggunakan diameter selang 10 mm dan pembukaan Katup Pengatur Tekanan (Regulator valve) udara  $270^\circ$  didapat performa yang maksimal. Yaitu penurunan tekanan (head losses) yang terjadi pada sistem pneumatik yang bekerja pada mesin pemotong kertas adalah  $P = 2,2 \times 10^{-6}$  Pa relatif lebih kecil dibandingkan menggunakan variabel diameter selang yang lain, sedangkan untuk gaya yang dihasilkan dapat mencapai  $F = 1948,4$  N dan kecepatan aliran udara yang mengalir  $v = 0,0012$  m/s.

**Kata kunci:** Katup Pengatur Tekanan (Regulator valve) , selang PVC (PU Tube), sistem pneumatik.

### **PENDAHULUAN**

Di jaman modern yang semakin maju saat ini setiap kegiatan dituntut untuk selalu cepat. Solusi yang ditawarkan salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Pada era teknologi yang semakin maju di segala bidang pada masa kini, teknologi bukan lagi ,menjadi konsumsi para ilmuwan saja melainkan sebagai wacana sehari-hari dalam kehidupan masyarakat umum. Dimana salah satu cara untuk mengetahui perkembangan teknologi

tersebut dengan membaca baik itu berbentuk sebuah buku ataupun surat kabar selain teknologi internet yang sudah ada saat ini. Yang semua itu bisa diperbanyak oleh sebuah percetakan. Dan untuk memperbanyak penerbitan sebuah buku diperlukan salah satunya dalam sebuah perusahaan percetakan adalah mesin pemotong kertas.

Saat ini mesin pemotong kertas sudah terdapat banyak dipasaran dengan berbagai macam type dan model. Ada yang



menggunakan teknologi manual manusia yang paling banyak ditemukan di pasaran, ada pula yang menggunakan teknologi elektrik.



Gambar 1. Pemotong kertas type manual

Dari hasil pencermatan di atas, maka akan dibuat suatu terobosan baru yaitu sebuah alat pemotong kertas dengan menggunakan teknologi pneumatik. Salah satu inovasi paling banyak dikembangkan dalam perindustrian adalah pneumatik. Pneumatik tersebut dapat digunakan dalam berbagai macam bentuk untuk aplikasi alat dan dapat dibuktikan banyak membantu pekerjaan.



Gambar 2. Pemotong kertas type elektrik

### Spesifikasi Mesin pemotong kertas pneumatic

Lebar potong : 900 mm  
 Panjang potong : 1000 mm  
 Tinggi potong : 50 mm  
 Kecepatan potong : 23 (potong/mnt)  
 Dimensi (PxLxT) mm : 1700x900x1110  
 Berat total : 475Kg  
 Rangka utama : UNP50 dan papan partikel

Sil.mata pisau (Aktuator) :

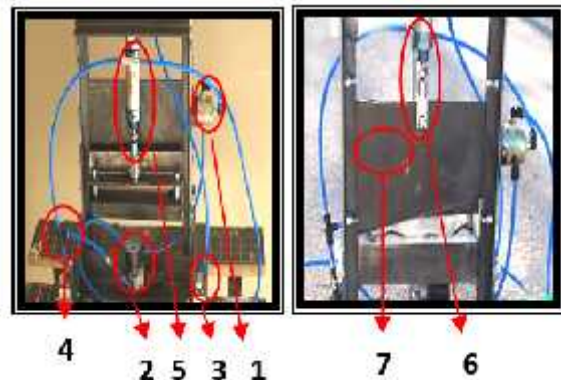
Dia. Piston 60 mm,  
 Dia.batang piston 22 mm,  
 tekanan maks.12 Bar.

Silinder penjepit (Aktuator) :

Dia. Piston 47 mm,

Dia.batang piston 20 mm,  
 tekanan maks.10 Bar.

Konduktor (Selang) : PU Tube 8 mm.



Gambar 3. Rangkaian instalasi pemotong kertas pneumatic

Keterangan gambar 3.

1. Penyaring pelumas.
2. Regulator udara bertekanan
3. Katup pengarah pneumatik untuk silinder penjepit kertas
4. Katup pengarah pneumatik untuk silinder pisau pemotong
5. Silinder pneumatik penjepit kertas
6. Silinder pneumatik pemotong kertas
7. Pisau pemotong kertas

Pada gambar 3 tersebut diatas diperlihatkan komponen pada pemotong kertas type pneumatic . Nama-nama komponen ditunjukkan pada nomor dibawah gambar . Adapun penjelasan singkat cara kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Apabila kompresor diaktifkan dengan cara menghidupkan penggerak mula (dalam gambar 2.4 adalah motor listrik), udara akan terhisap oleh kompresor kemudian ditekan ke dalam tanki udara sampai mampat (terkompresi) hingga mencapai tekanan beberapa bar. Untuk menyalurkan udara kempa ke seluruh sistem (sirkuit pneumatik) diperlukan unit pelayanan atau service unit yang terdiri atas penyaring (filter) pelumas no. 1.
2. Kemudian udara mengalir menuju katup pengatur tekanan (Pressure Regulator Valve) no.2 sesuai tekanan yang diinginkan

untuk memotong dengan berdasarkan ketebalan kertas yang akan dipotong.

3. Selanjutnya udara yang terkompresi disalurkan menuju katup pengarah pneumatik (control valve) untuk silinder penjepit kertas no.4 dan katup pengarah pneumatik (control valve) untuk silinder pemotong kertas no.3.

4. Setelah itu dipasangkan pada posisi yang tepat pada mesin pemotong bahan kertas yang akan dipotong dan selanjutnya ditekan katup no.4 untuk menggerakkan silinder (actuator) no.5 kearah bawah hingga menjepit kertas supaya posisi bahan tidak bergeser pada saat pemotongan.

5. Posisi katup no.4 ditekan saat bersamaan pula katup no.3 juga ditekan untuk menggerakkan silinder (actuator) no.6 yang sudah terpasang mata pisau dimana kondisi ini menggerakkan secara linier kearah bawah mata pisau pemotong untuk memotong kertas. Untuk mengembalikan piston bergerak keatas maka tekanan pada tombol dilepas sehingga udara akan kembali ke katup pneumatik dan dibuang ke udara luar. Demikian seterusnya gerakan bolak-balik silinder (actuator) diarahkan oleh katup pneumatik atau katup penyearah (control valve).

### PROSEDUR EKSPERIMEN

Pada penelitian ini akan banyak permasalahan yang muncul dan berkembang. Agar penyelesaian masalah yang dilakukan tidak menyimpang dari ruang lingkup yang ditentukan, maka penulis mengambil pembahasan mengenai :

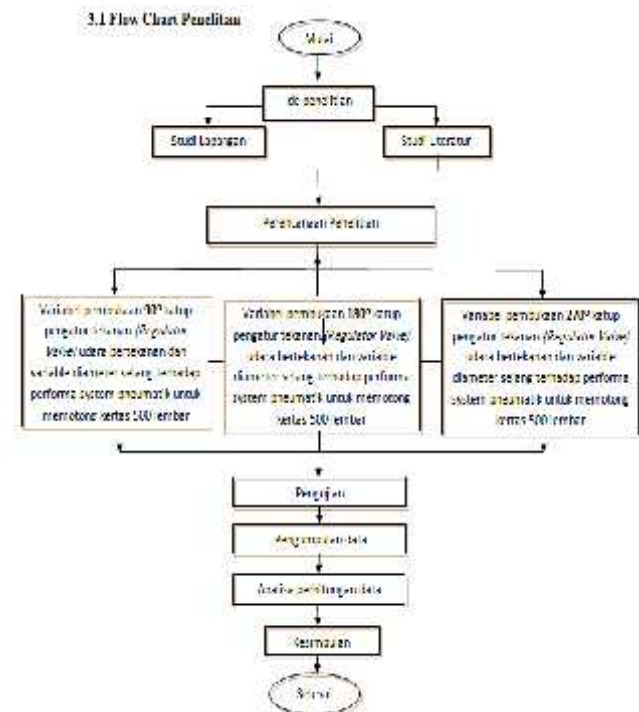
- 1) Pengaruh besarnya supply tekanan udara yang berbeda dengan menggunakan Katup Pengatur Tekanan (Regulator valve) udara dengan variable pembukaan angin yang digunakan dalam system pneumatik adalah 90o, 180o, dan 270o pada sistem terhadap performa mesin pemotong kertas type pneumatik.
- 2) Serta menggunakan variable selang PVC (PVC Tube) dengan diameter 6 mm, 8 mm, dan 10 mm pada instalasi sistem pneumatik terhadap performa mesin pemotong kertas type pneumatik.
- 3) Menganalisa besarnya gaya yang terjadi serta kebutuhan konsumsi udara

mampat pada sistem pneumatik saat mesin bekerja.

4) Dalam analisa penelitian ini penulis membatasi masalah pada beban pemotongan kertas dengan ketebalan kertas 250 lembar, 500 lembar, dan 750 lembar HVS ukuran A4 (210 x 297 mm) 80 gram.

5) Pada pengujian tersebut ditentukan bahwa ketebalan 1 Rim (500 lembar) kertas adalah 49 mm, jadi dalam 1 lembar kertas mempunyai ketebalan rata – rata 0,09 mm.

6) Tidak membahas tentang kemiringan mata pisau, desain konstruksi serta material yang digunakan pada konstruksi prototype mesin pemotong kertas tipe pneumatik.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 1. Hasil pengujian dengan menggunakan variabel besarnya bukaan katup pengatur tekanan (regulator valve) udara dan diameter selang udara 6 mm.

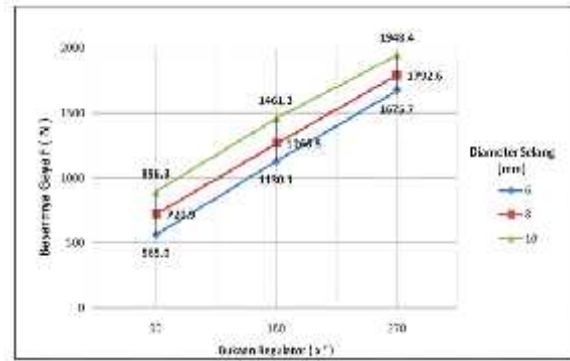
No	Bukaan Valve (%)	Dia Selang (mm)	Tek. Udara pada sistem (Pa)	Tek. Udara pada silinder (Pa)	Kepentingan pemotongan (detik)	Kapasitas tar - tika pemotongan (l/mnt)	Tinggi katup pemotong (mm)	Kemungkinan pemotong (mm)
1	50	6	70	35	3,37	5,48	80	80
2				30	3,10			
3				36	3,26			
4	100	6	75	38	3,22	3,23	200	128
5				32	3,25			
6				31	3,21			
7	200	100	85	38	3,19	3,19	150	150
8				31	3,21			
9				37	3,17			

Tabel 2. Hasil pengujian dengan menggunakan variabel besarnya bukaan katup pengatur tekanan (regulator valve) udara dan diameter selang udara 8 mm.

No	Bukaan Valve (%)	Dia Selang (mm)	Tek. Udara pada sistem (Pa)	Tek. Udara pada silinder (Pa)	Kepentingan pemotongan (detik)	Kapasitas tar - tika pemotongan (l/mnt)	Tinggi katup pemotong (mm)	Kemungkinan pemotong (mm)
1	50	8	70	37	3,24	7,79	210	210
2				33	3,27			
3				33	3,27			
4	100	8	75	38	3,24	7,79	300	240
5				33	3,25			
6				33	3,25			
7	200	100	85	38	3,18	7,79	270	270
8				33	3,18			
9				33	3,17			

Tabel 3. Hasil pengujian dengan menggunakan variabel besarnya bukaan katup pengatur tekanan (regulator valve) udara dan diameter selang udara 10 mm

No	Bukaan Valve (%)	Dia Selang (mm)	Tek. Udara pada sistem (Pa)	Tek. Udara pada silinder (Pa)	Kepentingan pemotongan (detik)	Kapasitas tar - tika pemotongan (l/mnt)	Tinggi katup pemotong (mm)	Kemungkinan pemotong (mm)
1	50	10	70	44	1,72	11,41	390	390
2				44	1,74			
3				44	1,74			
4	100	10	75	44	1,79	11,41	500	500
5				44	1,79			
6				44	1,79			
7	200	100	85	44	1,70	11,41	460	460
8				44	1,70			
9				44	1,69			



Gambar 5. Grafik hasil perhitungan gaya

**Perhitungan jumlah udara yang dibutuhkan (Q).**

Untuk mengetahui besarnya jumlah udara yang dibutuhkan pada aktuator pemotong kertas, dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$Q \left( \frac{ltr}{mnt} \right) = A.S.n. \frac{(Pe + Patm)}{Patm}$$

..... 2.13

Dimana :

- Q = Udara yang diperlukan
- S = Langkah torak (m)
- Pe = Tekanan (N/m<sup>2</sup>)
- A = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)
- n = Banyaknya langkah (kali/menit)

Dengan diketahui :

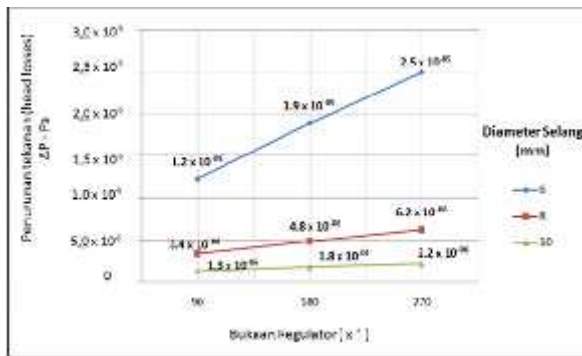
- Pe = Tekanan (N/m<sup>2</sup>) – lihat tabel 4.4
- S = Langkah piston / torak = 265 mm = 0,265 m
- Diameter piston / torak 60 mm = 0,06 m
- Maka, luas penampang piston  $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,06^2 = 0,002826 \text{ m}^2$ .
- Banyaknya langkah (kali/menit)  $n = 1 \text{ kali / menit}$
- $Patm = 14,7 \text{ psi} = 101352.9 \text{ N/m}^2$

**Perhitungan penurunan tekanan (head losses) aliran udara ( P )**

$$\Delta P = \frac{1,6 \times 10^3 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 \times Pabs} \text{ Pa}$$

$$\Delta P = \frac{1,6 \times 10^3 \times (3,71 \times 10^{-8})^{1,85} \times 1}{(0,006)^5 \times 301299} = \frac{1,6 \times 10^3 \times (1,79 \times 10^{-14}) \times 1}{(7,78 \times 10^{-11}) \times 301299}$$

$$\Delta P = 1,2 \times 10^{-5}$$



Gambar 6. Hasil perhitungan penurunan tekanan (head losses)  $P$  aliran udara yang dihasilkan dengan variabel berbeda

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan pengambilan data serta dilakukan analisa perhitungan pada sistem pneumatik yang terpasang di mesin pemotong kertas tipe pneumatik, bahwa performa terbaik adalah dengan menggunakan selang PVC (PU Tube) diameter 10 mm dan bukaan katup pengatur tekanan udara (regulator valve) dibuka sebesar  $270^\circ$ .

Dimana hasil perhitungan dengan menggunakan selang PVC (PU Tube) diameter 10 mm dan bukaan katup pengatur tekanan udara (regulator valve) dibuka sebesar  $270^\circ$  adalah untuk penurunan tekanan (head losses) yang terjadi pada sistem pneumatik yang bekerja pada mesin pemotong kertas adalah  $P = 2,2 \times 10^{-6}$  Pa, sedangkan untuk gaya yang dihasilkan dapat mencapai  $F = 1948,4$  N dan kecepatan aliran udara yang mengalir ( $v$ ) yang dihasilkan,  $0,0012$  m/s.

Meskipun dalam hal jumlah aliran udara yang dibutuhkan ( $Q = 0,0058$  L/min) lebih banyak kebutuhannya dibandingkan dengan menggunakan variabel diameter selang yang lebih kecil dan juga menggunakan bukaan katup pengatur tekanan udara (regulator valve) yang relatif sama dengan variabel yang lainnya.

Jadi semakin tinggi tekanan udara mampu pada sistem pneumatik, dalam hal ini adalah pengaturan bukaan katup pengatur tekanan udara (regulator valve) dan semakin besar penyalur udara mampu dalam hal ini

adalah diameter selang, maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan oleh aktuator pneumatik untuk proses pemotongan kertas.

### REFERENSI

- [1] PRINSIP DASAR SISTEM PNEUMATIK oleh : Drs.Sisjono, BE (2005) - Pusat Pengembangan Dan Penataran Guru Teknologi Bandung
- [2] PNEUMATIC HANDBOOK, 8th edition; by Anthony Barber (Editor)
- [3] BAHAN AJAR PNEUMATIK – HIDROLIK – Oleh Drs. Wirawan, MT,
- [4] Drs. Pramono – Teknik Mesin, Fakultas Teknik Univ.Negeri Semarang.



## **ANALISA HASIL PRODUK VACUUM FRYING DENGAN SISTEM TORAK**

**I Made Kastawan, Franky Ikhwal Gustiar**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [madekastiawan@untag-sby.ac.id](mailto:madekastiawan@untag-sby.ac.id)

### **ABSTRAK**

Mesin penggoreng (Vacuum Frying) adalah mesin produksi untuk menggoreng berbagai macam buah dan sayuran. Teknik penggorengan nya yaitu menggoreng bahan baku buah-buahan dengan menurunkan tekanan udara pada ruang penggorengan sehingga menurunkan titik didih minyak sayur sampai 80°-90° C. Dengan turunnya titik didih minyak sawit maka bahan baku yang biasanya mengalami kerusakan pada titik didih normal 160-180 °C bisa di hindari. Yang mana penulis mengambil lingkup permasalahan untuk di bahas yaitu “Analisa hasil produk Vacuum Frying Dengan Sistem Torak”. Semakin tinggi temperatur penggorengan maka semakin rendah pula kadar air keripik apel dan keripik salak dari hasil pengujian alat oven, kadar air tertinggi apel yaitu temperatur 800C dengan nilai 1.57% dan kadar air terendah apel adalah temperatur 880C dengan nilai 0.96% sedangkan kadar air tertinggi salak yaitu temperatur 800C dengan nilai 2.84% dan kadar air terendah apel adalah temperatur 880C dengan nilai 1.26%. Semakin tinggi temperatur penggorengan maka semakin keras tekstur keripik apel dan keripik salak dari hasil pengujian alat penetrometer, kekerasan tekstur tertinggi apel yaitu temperatur 880C dengan nilai 1.8mm dan kekerasan tekstur terendah apel adalah temperatur 800C dengan nilai 2.7mm sedangkan kekerasan tekstur tertinggi salak yaitu temperatur 880C dengan nilai 3.2mm dan kekerasan tekstur terendah salak adalah temperatur 800C dengan nilai 3.8mm. Hasil Perbandingan dari kedua mesin vacuum frying tersebut kekerasan tekstur dan kadar air dengan menggunakan mesin vacuum frying system torak keripik apel tidak renyah di dibandingkan dengan keripik apel di pasaran sangat renyah dengan menggunakan mesin vacuum frying jet pump.

**Kata kunci:** Kadar Air, Kekerasan Tekstur, Sistem Torak

### **PENDAHULUAN**

produk buah-buahan di Indonesia pada umumnya dikonsumsi dalam bentuk buah segar dan masih sedikit yang diolah ke dalam bentuk makanan olahan. Karena buah-buahan bersifat musiman dan mudah rusak setelah dipanen, salah satu alternatif untuk meningkatkan umur simpan dan pemanfaatan buah serta memberikan nilai tambah produk buah-buahan adalah dengan melakukan pengolahan buah-buahan menjadi keripik.

Keripik buah merupakan makanan ringan yang menyehatkan karena kandungan seratnya tinggi. Pengolahan keripik buah dapat dilakukan dengan menggunakan penggorengan pada tekanan rendah (vacuum frying). Cara penggorengan keripik buah tergantung pada jenis buah dan tingkat kandungan air buah. Untuk buah-buahan yang kandungan airnya tinggi seperti buah nangka, nenas, pepaya, dan salak, penggorengannya dilakukan dengan menggunakan vacuum

frying, Pada kondisi vakum, suhu penggorengan dapat diturunkan menjadi 80–90°C karena titik didih minyak mengalami penurunan. Dengan demikian, kerusakan warna, aroma, rasa, dan nutrisi pada produk akibat panas dapat dihindari. Selain itu, kerusakan minyak dan akibat lain yang ditimbulkan karena suhu tinggi dapat diminimalkan karena proses dilakukan pada suhu dan tekanan rendah. Namun demikian mesin penggoreng vakum belum banyak dimanfaatkan oleh pengrajin makanan olahan kripik, karena teknologinya belum sesuai dengan kebutuhan pengguna khususnya desa-desa. Kapasitas ruang penggoreng yang besar memiliki kapasitas daya listrik tinggi, Untuk memanfaatkan Vacuum Frying dengan kapasitas daya listrik rendah yang mempunyai kapasitas ruang produksi besar yaitu dengan membuat alat Vacuum Frying berupa penghisap uap sistem torak sebagai penghisap vacuum bertekanan dengan penggerak motor listrik dengan kapasitas daya listrik rendah, sehingga mampu memenuhi kebutuhan pengrajin makanan olahan kripik untuk industri-industri kecil.

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Studi Literatur Dan Mengidentifikasi Masalah

Sebelum dilakukan penelitian, dilakukan beberapa studi mengenai beberapa literatur dan referensi yang berkaitan dengan tugas akhir melalui media cetak, berupa ebook karya ilmiah yang telah dilakukan sebelumnya, maupun media elektronik (internet).

### Membuat Variasi Pengujian

Pada penelitian ini variasi variasi pengujian yang di ambil yaitu variasi bahan baku, variasi kapasitas (berat) dan variasi temperatur.

### Pemilihan Bahan Baku

Pemilihan bahan baku untuk pengujian vacuum frying sistem torak yaitu menggunakan buah apel dan buah salak.

### Penggorengan Bahan Baku

Penggorengan bahan baku buah apel dan buah salak yaitu dengan menggunakan mesin vacuum frying sistem torak, dimana alat ini

sedang di di teliti dan sedang berlangsung oleh alex siswanto, mesin vacuum frying ini daya listrik nya 370 watt

### Pengujian Dengan Variasi

Tahapan pengujian dengan variasi hasil kripik buah salak dan kripik buah apel yaitu pengujian tekstur kripik, pengujian kadar air

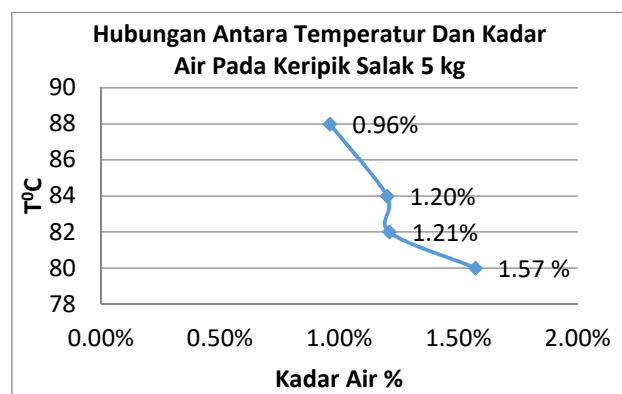
### Alat Pengujian Tekstur

Alat uji penetrometer adalah alat untuk mengukur tingkat kekerasan pada bahan kripik, buah dan sayuran dengan satuan 1/10 mm.

### Alat Pengujian kadar Air

Alat uji kadar air dengan menggunakan Oven yaitu di lakukan dengan cara mengekuarkan kadar air dari bahan pangan dengan bantuan pengeringan oven, suhu temperature 800C, selama 18 jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Temperatur dan Kadar Air pada Kripik Salak 5 kg

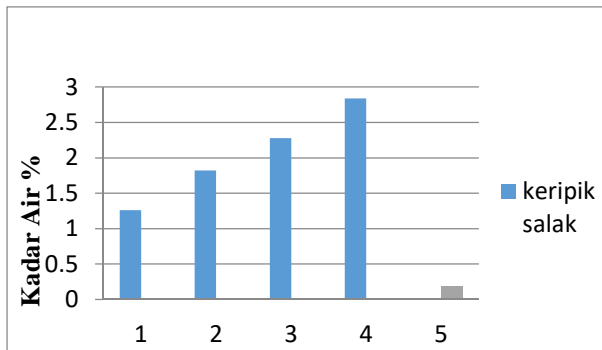
Jadi tingkat kadar air pada kripik buah apel berbeda-beda berdasarkan perbedaan temperatur penggorengan, semakin tinggi temperatur penggorengan, maka semakin rendah pula nilai Kadar Air dari data grafik tersebut. yaitu pada temperatur 80°C Kadar Air nya adalah 1.57 %. lalu temperatur 82°C hasil grafik Kadar Air nya menurun menjadi 1.21 %. lalu saat temperatur 84°C, Kadar Air nya terus menurun menjadi 1.20 %. Dan saat temperatur di posisi 88°C, hasil grafik menunjukkan angka Kadar Air nya 0.96 %.

Jadi dari sampel pengujian kadar air keripik apel 5 kg yang nilai angka nya paling rendah dari antara penggorengan temperatur 80°C, 82°C, 84°C dan 88°C yaitu keripik apel dengan penggorengan temperatur 88°C adalah 0.96 %..

Karena semakin tinggi temperatur penggorengan pada keripik apel tersebut maka semakin rendah pula kadar air nya dibandingkan dengan penggorengan temperatur 80°C, 82°C dan 84°C.

Tabel 1. Perbandingan berat sebelum dan setelah digoreng

T <sup>o</sup> C	Berat Sebelum (gram)			Berat Sesudh (gram)	VA (%)
	Cawan	Bahan	hasil	Oven 18 Jam	
88	19.802	1.700	21.502	21.230	1,26
84	19.802	1.700	21.502	21.110	1,82
82	19.802	1.700	21.502	21.011	2,28
80	19.802	1.700	21.502	20.891	2,84



Gambar 2. Hubungan antara penggorengan hasil keripik salak mesin vacuum frying sistem torak dengan hasil keripik salak di pasaran merk cartika (mesin vacuum frying jet pump) terhadap kadar air

**Keterangan :**

1. Hasil pengujian kadar air sampel 5 kg keripik apel 1.26% dengan temperature 88°C.
2. Hasil pengujian kadar air sampel 5 kg keripik apel 1.82% dengan temperature 84°C.

3. Hasil pengujian kadar air sampel 5 kg keripik apel 2.28% dengan temperature 82°C.
4. Hasil pengujian kadar air sampel 5 kg keripik apel 2.84% dengan temperature 80°C.
5. Hasil pengujian kadar air sampel 5 kg keripik apel di pasaran merk cartika adalah 0.18%.

Jadi tingkat kadar air pada keripik buah apel dengan menggunakan mesin vacuum frying system torak Berbeda-beda berdasarkan perbedaan temperatur, semakin tinggi temperatur, maka semakin kecil pula nilai angka kadar air dari grafik tersebut, sedangkan nilai angka kadar air pada keripik di pasaran salak merk cartika dengan menggunakan mesin vacuum frying jet pump berbeda pula yaitu dengan kekerasan 0.18%. Dari hasil penggorengan dengan kedua mesin vacuum frying tersebut dengan menggunakan mesin vacuum frying system torak, kadar airnya tidak serendah dengan kadar air keripik apel di pasaran merk cartika dengan menggunakan mesin vacuum frying jet pump.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Semakin tinggi temperatur penggorengan maka semakin rendah pula kadar air keripik apel dan keripik salak dari hasil pengujian alat oven, kadar air tertinggi apel yaitu temperatur 800C dengan nilai 1.57% dan kadar air terendah apel adalah temperatur 880C dengan nilai 0.96% sedangkan kadar air tertinggi salak yaitu temperatur 800C dengan nilai 2.84% dan kadar air terendah apel adalah temperatur 880C dengan nilai 1.26%. Semakin tinggi temperatur penggorengan maka semakin keras tekstur keripik apel dan keripik salak dari hasil pengujian alat penetrometer, kekerasan tekstur tertinggi apel yaitu temperatur 880C dengan nilai 1.8mm dan kekerasan tekstur terendah apel adalah temperatur 800C dengan nilai 2.7mm sedangkan kekerasan tekstur tertinggi salak yaitu temperatur 880C dengan nilai 3.2mm dan kekerasan tekstur terendah salak adalah temperatur 800C dengan nilai 3.8mm

Hasil Perbandingan dari kedua mesin vacuum frying tersebut kekerasan tekstur dan kadar air dengan menggunakan mesin vacuum frying system torak keripik apel tidak renyah di bandingkan dengan keripik apel di pasaran sangat renyah dengan menggunakan mesin vacuum frying jet pump.

#### REFERENSI

- [1] Anang Lastriyanto. 1997. Penggorengan Buah Secara Vakum (Vacuum Frying) dengan Menerapkan Pemvakum “Water Jet”. Temu Ilmiah dan Ekspose Alat dan Mesin Pertanian. Cisarua-Bogor, 27 Februari 1997.
- [2] Buckle, K.A, dkk, 2010. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- [3] Sumber:  
<http://rewisa.files.wordpress.com/2010/10/penggorengan-frying.pdf>. Diakses padatanggal 02 Desember 2015.
- [4] Sumber :  
<http://nayakaku.files.wordpress.com/2009/02/bab-i-persiapan-uji-organoleptik21.doc>
- [5] Di akses pada tanggal 18 Februari 2016.
- [6] Ir. Suharto. Teknologi Pengawetan Pangan. PT. Melton Putra, Jakarta
- [7] Juanda, B. 2012. Pendapatan Identifikasi Kendala – Kendala Usaha Tani Ubikayu (Manihot Esculanta Crant). Di Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe. Aceh.
- [8] Masyhuri,1994.Pengembangan Agroindustri Melalui Peneliti Pengembangan Produk Yang Intensif dan Berkesinambungan Dalam Jurnal Agroekonomi Vol VII/No.1Juni/2000. Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- [9] Maligan, J.M, dkk. 2011. Kripik Umbi dan Inferior Aneka Bentuk dan Rasa. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- [10] Norman W. Desrosier, Teknologi Pengawetan Pangan. Penerbit Universitas Indonesia, 1988 Jakarta
- [11] Sumber : SNI Standar Nasional Indonesia (<http://sisni.bsn.go.id>)
- [12] Wulandari, A. Dan Nunuk S. R. 2009. Perbaikan Teknik Pembuatan Keripik Menggunakan Penirisan Minyak di Sentra Industri Makanan Ringan Dusun Jiwan, Gondangan, Jogonalan, Klaten. Jurnal Prospect Februari 2009.
- [13] Winarno, F.G., 1992. Kimia Pangan dan Gizi. PT.Gramedia Utama, Jakarta.





**ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATURE DAN WAKTU AGING PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP FER (factor efektivitas rem) DARI BAHAN KOMPOSIT ALUMINIUM ABU DASAR BATU BARA**

**Harjo Seputro, Ripan Agustia Wardani**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [harjoseputro@untag-sby.ac.id](mailto:harjoseputro@untag-sby.ac.id)

**ABSTRACT**

*Composite is a kind of material which has srtuktur of two more phases authors, namely: filler(filler) and matrix (Sciti, D., et.all., 2011). The combination of material Al Alloy with bottom ashcoal ash, classified in types of composite materials, namely Metal Matrix Composite (MMC). In the MMC material engineering process, can be used as the matrix aluminum metal alloys filler (filler). Metal Al as a monolithic, when in the review of mechanical properties, such as hardness(hardness) is very low. Therefore, the metal Al as a monolithic material has many weaknesses, notably: mechanical strength, stiffness and coefficient expansion. The advantages of metal Al, among others have:light weight, corrosion resistant, and easy in the form of(Casting). T6 heat treatment processis to conduct dissolution with treatment solution that specimenis heated at a temperature of 5400C and held for 6 hours and then in quenching is rapidly cooled specimen with water up to media at room temperature. Furthermore, the aging processis then performed again with variations in the specimen is heated and the temperature has been determined that the first nine specimens with a temperature of 1600C detained 3 hours, 5 hours, 7 hours, then another specimen 9 1800C detained 3 hours, 5 hours, 7 hours, and 9 specimens 2000C arrested last 3 hours, 5 hours, 7 hours and then cooled slowly to room temperature. From the results of research to get the final hardness testing and FER. Effect of aging temperature on the value of FER and violence are varied temperature range, the higher the aging temperature FER value increases, so does the value of violence. The highest value of 0.631742 FER is achieved at a temperature of 2000C aging and the highest hardness valueis achieved at a temperature of 1800C with a score of 70HRF. Effect of aging time variation of the value of FER and violence is at varied time spans, the longer aging FER value increases, so does the value of violence. The highest value of 0.631742 FER is achieved at a time of 7 hours and achieved the highest hardness value of 3 hours with a score of 70HRF.*

**Keywords:** Composites, T6 heat treatment process, mechanical properties, FER.

**PENDAHULUAN**

Komposit adalah suatu jenis material yang secara struktur dari dua lebih fasa penyusun, yaitu: pengisi (filler) dan matriks (Sciti, D., et.all.,2011).

Gabungan antara material Al alloy dengan Abu dasar abu batu bara, tergolong dalam jenis material komposit, yaitu metal Metal Matrix Composite (MMC).

Pada proses perancangan material MMC, dapat di gunakan logam aluminium alloy sebagai matrik sebagai bahan pengisi (filler).

Logam Al sebagai monolitik, bila di tinjau dari sifat mekanik, seperti nilai kekerasan (hardness) sangat rendah. Oleh karena itu logam Al sebagai material monolitik memiliki banyak kelemahan, terutama: kekuatan mekanik, kekakuan, dan koefisien muainya. Kelebihan dari logam Al, antara lain memiliki: bobot yang ringan, tahan terhadap korosi, dan mudah di bentuk (casting) (Zhongliang Shie,et. All.,2012).

Aplikasi material berbasis logam pada dunia industri cukup potensial di Indonesia, seiring dengan terus berkembangnya industri otomotif dan kebutuhan masyarakat akan kendaraan bermotor, komponen permesinan, dan bidang lainnya.

Industri material komposit berbasis logam di Indonesia pada umumnya masih menggunakan material yang di import, seperti logam aluminium. Dimana salah satu itu kita akan mengajukan pengujian tentang koefisien gesek, dimana koefisien gesek adalah FER(Faktor Efektivitas Rem) pentingnya FER dikalangan masyarakat apabila permukaan suatu benda semakin kasar akan menimbulkan hasil koefisien gesek yang tinggi dan nilai ekonomis ssmakin mahal, dikarenakan lawan benda yang di geser semakin cepat habis.

Adapun sifat dan karakteristik komposit yang dihasilkan ditentukan oleh :

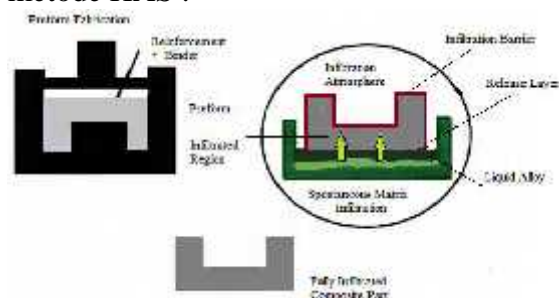
- J Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun menurut rule of mixture sehingga akan berbanding secara proporsional.
- J Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.
- J Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit. (Agus Pramono 2010)

Komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu matriks, berfungsi sebagai perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal. Filler atau

reinforcement berfungsi penguat dari matriks.

Dalam pembuatan material matrik komposit (MMCs) proses yang digunakan adalah proses dengan metode HAS. Metode HAS adalah metode kombinasi antara infiltrasi spontan dengan pengadukan. Dengan menggabungkan dua metode tersebut dapat mengurangi kelemahan-kelemahan material, sehingga dapat memperoleh material yang berkualitas tinggi. Keuntungan metode ini adalah tanpa melakukan pengontrolan yang ketat selama proses fabrikasi berlangsung dan peralatan yang digunakan tidak terlalu rumit.

Proses fabrikasi dalam metode ini menggunakan proses infiltrasi yang disertai pengadukan susunan matrik dan penguat yang dipanaskan dalam temperatur tertentu dalam lingkaran nitrogen sehingga terjadi pembasahan dan dilanjutkan dengan pengadukan. Urutan pembuatan komposit metode HAS .



Gambar 1. Proses pembuatan komposit dengan metode infiltrasi.

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical properties) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mangalami pergesekan (frictional force) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Di dalam aplikasi manufaktur, material dilakukan pengujian dengan dua

pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu.

Rockwell (HR / RHN) Kekerasan sebenarnya merupakan suatu istilah yang sulit didefinisikan secara tepat, karena setiap bidang ilmu dapat memberikan definisinya sendiri – sendiri yang sesuai dengan persepsi dan keperluannya. Karenanya juga cara pengujian kekerasan ada bermacam – macam tergantung konsep yang dianut. Dalam engineering, yang menyangkut logam, kekerasan sering dinyatakan sebagai kemampuan untuk menahan indentasi/penetrasi/abrasi. Ada beberapa cara pengujian kekerasan yang terstandart yang digunakan untuk menguji kekerasan logam, salah satunya pengujian Rockwell.

Dengan cara Rockwell dapat digunakan beberapa skala, tergantung pada kombinasi jenis indentor dan besar beban utama yang digunakan. Macam skala dan jenis indentor serta besar beban utama. Untuk logam biasanya digunakan skala B atau C, dan angka kekerasannya dinyatakan dengan RB dan RC. Untuk skala B harus digunakan indentor berupa bola baja berdiameter  $1/10\sqrt{P}$  dan beban utama 100 kg. Kekerasan yang dapat diukur dengan Rockwell B ini sampai RB 100, bila pada suatu pengukuran diperoleh angka di atas 100 maka pengukuran harus diulangi dengan menggunakan skala lain. Kekerasan yang diukur dengan skala B ini relatif tidak begitu tinggi, untuk mengukur kekerasan logam yang keras digunakan Rockwell C (sampai angka kekerasan RC 70) atau Rockwell A (untuk yang sangat getas).

Perlakuan Panas T6 adalah proses pemanasan untuk periode tertentu pada suhu rendah (100-200°C) hingga logam mencapai kondisi kestabilan. Proses ini mengeraskan atau meningkatkan kekuatan setelah solution heat treatment secara lebih cepat dibandingkan dengan penuaan alami dan untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus.

Contoh paduan yang dapat dikuatkan dengan pemberian panas (heat treatable) adalah aluminium. Pada paduan komposit baik wrought product maupun cast product

dapat ditingkatkan sifat mekanisnya dengan cara heat treatment (paduan yang dapat di heat treatment), sedangkan untuk paduan yang tidak dapat di heat treatment hanya mengandalkan efek pengerjaan .

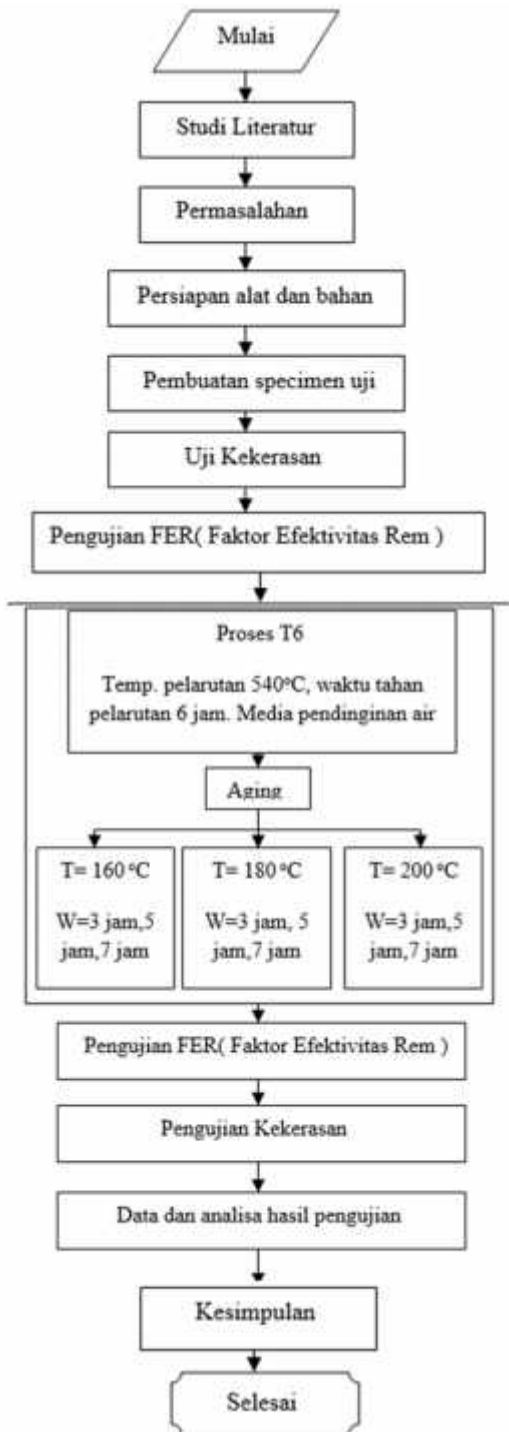
Tujuan utama proses heat treatment pada komposit adalah :

- ) Melunakkan paduan untuk meningkatkan proses pengerjaan (tidak relevan untuk casting).
- ) Untuk meningkatkan kekuatan dan menghasilkan properti mekanis yang diinginkan.
- ) Untuk menstabilkan properti fisik ataupun mekanis atau ketahanan korosi, dan untuk menghindari perubahan yang akan muncul karena waktu pada temperatur ruang atau temperatur yang dinaikkan.
- ) Untuk memastikan kestabilan dimensi selama pemakaian.
- ) Untuk menghilangkan tegangan sisa yang disebabkan oleh pendinginan yang tak merata.

Harga yang diperoleh dengan membagi momen rem  $T$  (kg.mm) dengan hasil perkalian antara gaya tekan  $P$  (kg) yang dikenakan pada ujung-ujung sepatu rem dan jari-jari drum (mm) disebut Factor Efektifitas Rem (FER). FER tergantung pada macam dan ukuran drum rem, koefisien gesek juga merupakan salah satu faktor penting pada FER.

Gaya gesek adalah gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda akan bergerak. Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan. Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan. Gaya-gaya yang bekerja antara lain adalah gaya elektrostatis pada masing-masing permukaan. Permukaan yang halus akan menyebabkan gaya gesek (atau tepatnya koefisien gaya gesek) menjadi lebih kecil nilainya dibandingkan dengan permukaan yang kasar.

**PROSEDUR EKSPERIMEN**



Gambar 2. Diagram alir penelitian

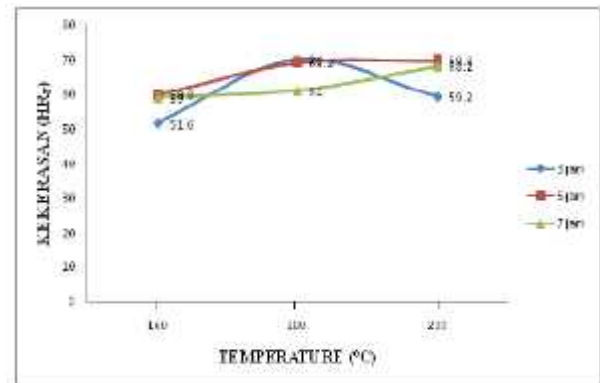
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 1.** Data hasil pengukuran koefisien gesek dan FER setelah material mendapat perlakuan panas T6

Temperatur Aging °C	Waktu Aging (jam)	Koefisien gesek $\mu$	FER $2, \mu$
160	3	0,236678	0,473352
	5	0,149941	0,299882
	7	0,142915	0,28583
180	3	0,20788	0,41576
	5	0,265139	0,530278
	7	0,166276	0,332552
200	3	0,114351	0,228702
	5	0,265139	0,530278
	7	0,315871	0,631742

**Tabel 2.** Hasil pengujian kekerasan setelah material mendapat perlakuan panas T6

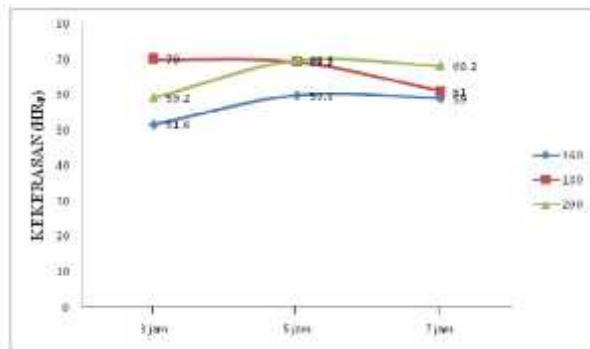
Temperatur Aging °C	Waktu Aging (jam)	Rata-rata kekerasan HR <sub>F</sub>
160	3	51,6
	5	59,8
	7	59
180	3	70
	5	69,2
	7	61
200	3	59,2
	5	69,8
	7	68,2



Gambar 3. Pengaruh temperature aging terhadap kekerasan

Pengaruh temperature aging terhadap kekerasan komposit Al- Abu dasar batu bara dapat dilihat pada Gambar 4.1 pada grafik dapat dilihat hasil nilai pengujian kekerasan mengalami kenaikan dan menurun dengan temperature 160°C didapatkan nilai kekerasan 51,6 HR<sub>F</sub>, 59,8HR<sub>F</sub>, 58HR<sub>F</sub>, dan untuk temperature 180°C didapatkan nilai kekerasannya 70HR<sub>F</sub>, 69,2HR<sub>F</sub>, 61HR<sub>F</sub> dan yang trakhir untuk temperature 200°C

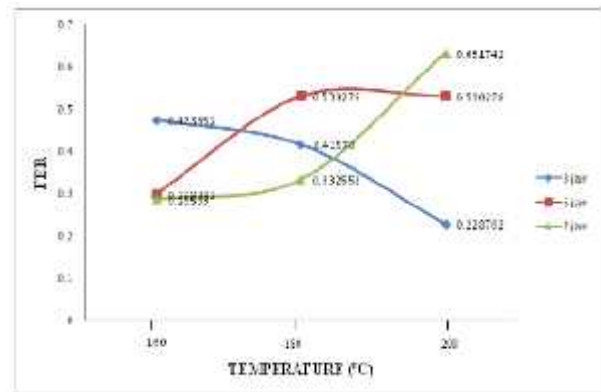
didapatkan nilai kekerasannya 59,2HR<sub>F</sub>, 69,8HR<sub>F</sub>, 68,2HR<sub>F</sub> Pada pemanasan aging dengan temperatur aging sebesar 160°C,180°C,200°C, terlihat menunjukkan terjadi kenaikan nilai kekerasan pada temperature 180°C yang dengan hasil kekerasan 70 HR<sub>F</sub> dan setelah itu nilai kekerasannya mulai menunjukkan hasil nilai yang menurun pada setiap temperature hal ini dipengaruhi oleh terjadinya perubahan struktur mikro dari matrik akibat adanya *presipitasi hardening*. Proses disebut *precipitation hardening* karena partikel – partikel kecil dari fasa yang baru membentuk *presipitasi/ endapan/ menggumpal*. Kadang – kadang disebut *age hardening* (pengersan penuaan) karena proses penguatan terjadi karena proses waktu. Pada proses *presipitasi* terjadi distorsi struktur Kristal – Kristal di sekeliling dan disekitar partikel dari fase transisi yang akan menghambat deformasi plastis.



Gambar 4. Pengaruh waktu aging terhadap kekerasan

Dapat dilihat hasil pengujian menunjukkan nilai kekerasan mengalami menurun dan kenaikan pada setiap waktu tahan aging yang berbeda-beda dengan waktu tahan aging 3 jam didapatkan nilai kekerasan 51,6HR<sub>F</sub>, 70HR<sub>F</sub> 59,22HR<sub>F</sub>, dan untuk waktu tahan aging 5 jam didapatkan nilai kekerasannya 59,8HR<sub>F</sub>, 69,2HR<sub>F</sub>, 69,8HR<sub>F</sub> dan yang terakhir untuk waktu tahan aging 7 jam didapatkan nilai kekerasannya 59HR<sub>F</sub>, 61HR<sub>F</sub>, 68,2HR<sub>F</sub> Pada waktu pemanasan aging dengan waktu tahan aging 3 jam, 5 jam, 7 jam, nilai kekerasannya menunjukkan mengalami kenaikan pada waktu tahan aging 3 jam

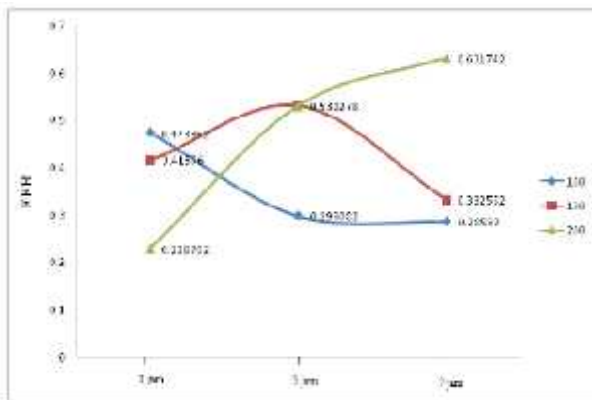
dengan nilai kekerasannya 70HR<sub>F</sub> dan setelah menurun dan kenaikan pada setiap waktu aging, hal ini dipengaruhi oleh terjadinya perubahan struktur mikro dari matrik akibat adanya *presipitasi hardening*. Proses disebut *precipitation hardening* karena partikel – partikel kecil dari fasa yang baru membentuk *presipitasi/ endapan/ menggumpal*. Kadang – kadang disebut *age hardening* (pengersan penuaan) karena proses penguatan terjadi karena proses waktu. Pada proses *presipitasi* terjadi distorsi struktur Kristal – Kristal di sekeliling dan disekitar partikel dari fase transisi yang akan menghambat deformasi plastis.



Gambar 5. Pengaruh temperature aging terhadap FER

Pengaruh temperature aging terhadap FER (Faktor Efektivitas Rem) komposit Al- Abu dasar batu bara dapat dilihat pada Gambar 4.3 pada grafik diatas dapat dilihat hasil pengujian FER menunjukkan nilai FER mengalami penurunan dan kenaikan pada setiap temperature, untuk hasil pengujian pada temperature 160°C didapatkan nilai FER  $\mu=0,473352$ ,  $\mu=0,298082$ ,  $\mu=0,28583$ , dan hasil uji untuk temperature 180°C didapatkan nilai FER  $\mu=0,41576$ ,  $\mu=0,530278$   $\mu=0,32552$ , dan hasil uji untuk temperature 200°C didapatkan nilai FER  $\mu=0,320702$ ,  $\mu=0,530278$   $\mu=0,631742$  terlihat terjadi penurunan dan kenaikan nilai FER, menunjukkan mengalami kenaikan hasil FER pada temperature 200°C dengan dengan nilai  $\mu=0,631742$  nilai hasil FER mengalami kenaikan dan menurun disetiap temperature yang berbeda-beda hal ini dipengaruhi oleh

terjadinya perubahan struktur mikro dari matrik akibat adanya *presipitasi hardening*. Proses disebut *precipitation hardening* karena partikel – partikel kecil dari fasa yang baru membentuk presipitasi/ endapan/ menggumpal. Kadang – kadang disebut *age hardening* (pengerasan penuaan) karena proses penguatan terjadi karena proses waktu. Pada proses presipitasi terjadi distorsi struktur Kristal – Kristal di sekeliling dan disekitar partikel dari fase transisi yang akan menghambat deformasi plastis.



Gambar 6. Pengaruh waktu aging terhadap FER

Pengaruh waktu aging terhadap FER ( Faktor Efektivitas Rem ) komposit Al- Abu dasar batu bara dapat dilihat pada Gambar 4.4 pada grafik dapat dilihat dari pengujian menunjukkan nilai FER dengan waktu aging 3 jam didapatkan nilai FER  $\mu=0,473352$ ,  $\mu=0,41576$ ,  $\mu=0,228702$ , dan hasil uji untuk waktu aging 5 jam didapatkan nilai FER  $\mu=0,29808$ ,  $\mu=0,530278$ ,  $\mu=0,530278$ , dan hasil uji waktu tahan aging 7 jam didapatkan nilai FER  $\mu=0,28583$ ,  $\mu=0,332552$ ,  $\mu=0,631742$  dapat dilihat hasil pengujian mengalami penurunan dan kenaikan nilai FER, hal ini dipengaruhi oleh terjadinya perubahan struktur mikro dari matrik akibat adanya *presipitasi hardening*. Proses disebut *precipitation hardening* karena partikel – partikel kecil dari fasa yang baru membentuk presipitasi/ endapan/ menggumpal. Kadang – kadang disebut *age hardening* (pengerasan penuaan) karena proses penguatan terjadi karena proses waktu. Pada proses presipitasi terjadi distorsi struktur Kristal – Kristal di

sekeliling dan disekitar partikel dari fase transisi yang akan menghambat deformasi plastis.

### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pengaruh variasi temperatur aging terhadap FER (factor efektivitas rem) dan kekerasan dari komposit Al-abu dasar batu bara adalah semakin tinggi temperature aging semakin tinggi pula nilai kekerasan dan FER yang dicapai, nilai minimum kekerasan adalah 70 HRF dicapai pada temperature tahan aging 180°C dan nilai minimum FER dicapai pada temperature aging 200°C dengan nilai  $\mu=0,631742$ .
2. Pengaruh variasi waktu aging terhadap FER (factor efektivitas rem) dan kekerasan dari komposit Al- abu dasar batu bara adalah semakin tinggi waktu aging semakin tinggi pula nilai kekerasan dan FER yang dicapai, nilai minimum kekerasan adalah 70 HRF dicapai pada waktu tahan aging 3 jam dan nilai minimum FER dicapai pada waktu tahan aging 7 jam dengan nilai  $\mu= 0,631742$ .

### REFERENSI

- [1] Bagus Suro, Media Nofri, Perubahan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Al-Mg-Si akibat Variasi Temperatur Pemanasan, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Sains Dan Teknologi Nasional.
- [2] Sakti, Khairul, (2009), Pembuatan Komposit Metal Al Alloy Nano Keramik SiC dan Karakterisasinya, Magister Sains Program Studi Magister Fisika Universitas Sumatra Utara.
- [3] Generousdi, Pengaruh Temperatur dan Reduksi pada Proses Canai Panas Paduan Aluminium 2024, Jurnal Teknik Mesin, ISSN 1829-8958.
- [4] Oktaviana, Aptika T.D, (2009), Teknologi Pengindraan Mikroskopi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [5] Ambiyar, (2008), Teknik Pembentukan Pelat Jilid 3, Direktorat Pembinaan

- Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [6] Seputro Harjo 2002 Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Sebagai Penguat Aluminium Matrix Composite.
- [7] Anne Zulfia Ratna Juwita, Ari Uliana, Nyoman Jujur<sup>2</sup>, dan Jarot Raharjo Proses Penuaan (Aging) pada Paduan Aluminium AA 333 Hasil Proses Sand Casting Departemen Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta Pusat Pengembangan Penelitian Teknologi Material (P3TM) BPPT, Jakarta *JURNAL TEKNIK MESIN* Vol. 12, No. 1, April 2010: 13 - 20.
- [8] Juriah Mulyanti Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Pengaruh Temperatur Proses Aging Terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al-Sic Hasil Stircasting *Jurnal Kompetensi Teknik* Vol. 2, No. 2, Mei 2011.
- [9] Pengaruh Parameter Pengolahan Metal Matrix Komposit: Proses pengadukan pengecoran *Jurnal dari Permukaan Bahan Teknik dan kemajuan teknologi Technology*, 2012, 2, 11-15