

MJMST

Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology

Table of Content

Analisa Kekuatan Tarik Serat Pelepah Aren
Edy Yusuf

Unburnt Analysis Terhadap Proses Pembakaran Kerel Uap Jenis Water Tube Boiler Kapasitas 15 TPH Berbahan Bakar Serat dan Cangkang Kelapa Sawit
Adl Setlawan, Muhammad Yusuf

Analisa Kekuatan Sambungan Material AISI-1045 dengan SS-304 Menggunakan Las SMAW
Aljufri, Abubakar Dabet, Abdul Rahman, Zulfahmi

Desain Poros Mesin Penghancur Sampah Organik Dengan Daya 1 HP
Abdul Rahman, Nurul Islami, Asnawi, Safrizal

Pembuatan Sistem Wiper Otomatis pada Kendaraan Menggunakan Aplikasi Arduino Uno
Abubakar Dabet, J Jumadi, Muhammad Iqbal A.P

Pengaruh Variasi Panjang Nozzle dan Tinggi Level Air Terhadap Efisiensi Jet Pump
Suryadi

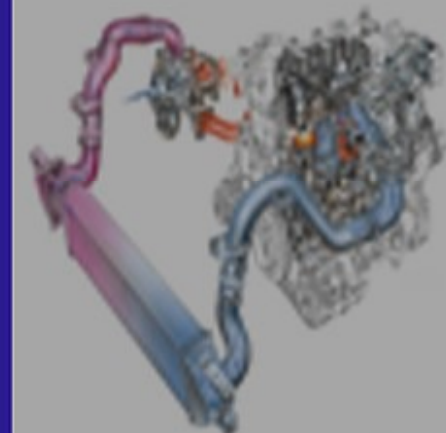
Pengaruh Lingkungan Korosif dan Beban Mekanis Terhadap Perilaku Korosi pada Material Stainless Steel AISI-304
N Islami, M Ihsan, T Hafli, R Putra, M Muhammad

Klasifikasi Informasi Kesehatan Pada Data Media Sosial Menggunakan Support Vector Machine dan K-Fold Cross Validation
Pauzi Ibrahim Nalnggolan, Desta Sandya Prasvita, Dhani Syahputra Bukit

Analisa Alat Pengering Tipe Bak Untuk Pengeringan Biji Kakao Berbahan Bakar Kayu Gamal Dengan Variasi Laju Bahan Bakar
Alchalll, Irwansyah, M. Satria

Published: October 31, 2021

Renewable Energy Technology - Thermal Engineering - Fluids Engineering - Design, Manufacturing, and Product Development - Kinematics, Dynamics, and Control of Mechanical Systems - Mechatronics, Robotics and Automation - Aerodynamics - Automotive engineering - Composites, Ceramics, and Polymers Processing - Modeling, Simulation, and Optimization - Corrosion, Heat Treatment, Microstructure and Materials Properties, - Metal Casting, Metal Joining Processes





Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology (MJMST)

Mechanical Engineering Laboratory, 2nd Floor, Kampus Bukit Indah, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia
Jl. Kompleks Bukit Indah, Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh, Indonesia, 24352

E-mail: mjmst@unimal.ac.id | Homepage : <https://tm.unimal.ac.id>

Printed ISSN : **2337-6945**

Published by: Department of Mechanical Engineering, Malikussaleh University.

Website: <https://tm.unimal.ac.id>

Editor in Chief: asnawi@unimal.ac.id

Associate Editor: nurulislami@unimal.ac.id

Managing Editor: nayan@unimal.ac.id

New Address of Journal: <https://ojs.unimal.ac.id/mjmst/index>

Old Address of Journal: <http://mjmst.unimal.ac.id/>

Table of Content

Analisa Kekuatan Tarik Serat Pelepah Aren Edy Yusuf.....	1-4
Unburnt Analysis Terhadap Proses Pembakaran Ketel Uap Jenis Water Tube Boiler Kapasitas 15 TPH Berbahan Bakar Serat dan Cangkang Kelapa Sawit Adi Setiawan, Muhammad Yusuf	5-8
Analisa Kekuatan Sambungan Material AISI-1045 dengan SS-304 Menggunakan Las SMAW Aljufri, Abubakar Dabet, Abdul Rahman, Zulfahmi	9-12
Desain Poros Mesin Penghancur Sampah Organik Dengan Daya 1 HP Abdul Rahman, Nurul Islami, Asnawi, Safrizal	13-16
Pembuatan Sistem Wiper Otomatis pada Kendaraan Menggunakan Aplikasi Arduino Uno Abubakar Dabet, Jumadi, Muhammad Iqbal A.P	17-22
Pengaruh Variasi Panjang Nozzle dan Tinggi Level Air Terhadap Efisiensi Jet Pump Suryadi	23-27
Pengaruh Lingkungan Korosif dan Beban Mekanis Terhadap Perilaku Korosi pada Material Stainless Steel AISI-304 N. Islami, M. Ihsan, T. Hafli, R. Putra, Muhammad	28-33
Klasifikasi Informasi Kesehatan Pada Data Media Sosial Menggunakan Support Vector Machine dan K-Fold Cross Validation Pauzi Ibrahim Nainggolan, Desta Sandya Prasvita, Dhani Syahputra Bukit	34-38
Analisa Alat Pengering Tipe Bak Untuk Pengeringan Biji Kakao Berbahan Bakar Kayu Gamal Dengan Variasi Laju Bahan Bakar Alchalil, Irwansyah, M. Satria	39-43

Analisa Kekuatan Tarik Serat Pelepah Aren

Edy Yusuf¹

Jurusan Teknik Mesin :Edy.yusuf@unimal.ac.id,+62 085373631974

Abstrak - Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kadar air terhadap kekuatan tarik interfacial serat Pelepah Aren yang diberi perlakuan alkali dengan 5%NaOH. Penelitian dilakukan dengan menggunakan satu jenis serat alam yaitu serat Pelepah Aren. Pengujian kekuatan mekanik dari komposit yang dilakukan dengan menggunakan pengujian tarik (tensile test) yang dilakukan dengan mesin uji tarik pearson panke Equipment Ltd, bentuk dan ukuran sesuai dengan ukuran standar ASTM D 3379-75. Menganalisa dan membandingkan komposit serat Pelepah Aren dengan NaOH, yaitu 5% kadar NaOH. Menurut analisa nilai yang terbaik dari kekuatan tarik pada serat Pelepah Aren yaitu dengan perlakuan alkali 5% NaOH. Kekuatan tarik serat Pelepah Aren lebih tinggi daripada kekuatan tarik serat Lontar.

Kata kunci : NaOH, serat Pelepah Aren, kekuatan tarik, alkali, Standar ASTM.

1 Pendahuluan

Serat sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang didistribusikan oleh matrik. Orientasi arah serat, fraksi *volume*, ukuran, dan bentuk serta material serat adalah faktor-faktor yang mempengaruhi properti mekanik dari laminat. Serat rami kontinyu yang dikombinasikan dengan resin *polyester* sebagai matrik akan dapat menghasilkan komposit alternatif untuk aplikasi teknik. Dengan memvariasikan orientasi arah serat dan fraksi *volume* dari rami kontinyu diharapkan akan didapatkan hasil properti mekanik komposit yang maksimal untuk dapat mendukung pemanfaatan komposit alternatif [5].

Keunggulan komposit serat rami dibandingkan dengan *fiber glass* adalah komposit serat rami lebih ramah lingkungan karena mampu terbiodegrasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan *fiber glass*. Sedangkan *fiber glass* sukar terbiodegrasi secara alami. Selain itu *fiber glass* juga menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya bagi kesehatan jika *fiber glass* didaur ulang, sehingga perlu adanya bahan alternatif pengganti *fiber glass* tersebut [4].

Serat merupakan unsur penguat yang sangat menentukan sifat mekanik dari bahan, karena serat inilah yang menerima dan meneruskan Tegangan. Keunggulan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis adalah serat alam lebih ramah terhadap lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah, mudah di dapat

mengingat ketersediaan bahan bakunya yang melimpah di Indonesia dan dapat diperbaharui (renewable), sedangkan serat sintetis sukar terdegradasi secara alami, sebab serat sintetis merupakan bahan yang tidak dapat terdekomposisi oleh mikro organisme pengurai (non biodegradable), sehingga penumpukannya di alam dikhawatirkan akan menimbulkan masalah lingkungan bagi kesehatan manusia. Serat alam memiliki sifat hidrophilik (senang air) sedangkan polimer bersifat hidrophobik (takut air). Sifat hidrophilik harus direduksi agar serat alam dan polimer mampu menyatu (bonding).Palma Aren (Arenga Pinnata) sering disebut aren, enau atau nira merupakan tanaman yang banyak tumbuh diseluruh wilayah Indonesia, dan tinggi dapat mencapai 25 m dan diameter 65 cm, batang pokoknya kokoh dan pada bagian atas diselimuti oleh serabut. Pada masa dulu Pelepah Aren dan tangkai daunnya setelah diolah dapat menghasilkan benang, tali pancing dan senar gitar batak. Sekarang pun juga masih bisa kita jumpai, di daerah Aceh Pidie yaitu Daerah Beureunun, Menasah Dayah Adan. Disana juga masih banyak masyarakat yang mengolah pelepah aren menjadi benang dan dibuat menjadi sebuah Peci Aceh (Kupiah riman). Serat Pelepah Aren di kombinasikan dengan resin sebagai matrik dapat menghasilkan material alternatif, maka dalam industri *manufaktur* sudah dapat di aplikasikan untuk menggantikan material logam dalam memenuhi kebutuhan material yang memiliki perbandingan kekuatan terhadap berat yang tinggi, kekakuan dan ketahanan terhadap korosi.

Penelitian ini dilakukan agar bisa memberikan manfaat kepada masyarakat banyak dan pengrajin komposit, dengan adanya komposit dari serat alam akan meringankan biaya, karena serat alam mudah di dapatkan. Material komposit yang diperkuat oleh Serat Pelelah Aren aplikasinya untuk membuat atap dari *fiber*, kap honda, dan bisa juga sebagai pembuatan helm. Pengujian ini umumnya diperuntukkan bagi pengujian beban-beban statik. Beban tarik dimulai dari nol hingga berhenti pada beban atau Tegangan patah tarik (Ultimate Strength) dari suatu material. Beban uji yang telah dinormalisasikan ukurannya dipasang pada mesin tarik, kemudian diberi beban (gaya tarik) secara perlahan-lahan dimulai dari nol hingga beban maksimum. Perubahan (pertambahan) panjang dan gaya yang diberikan dicatat dan hasil catatan tersebut digambarkan dalam sebuah diagram Regangan-Tegangan, yang dirumuskan : Tegangan sama dengan besarnya beban dibagi dengan luas penampang.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

$$A = \pi r^2 \quad (2)$$

Dimana :

σ = Tegangan yang terjadi (MPa)

P = gaya yang bekerja (N)

A = luas penampang potongan (mm^2)

π = konstanta (3,14)

r = jari-jari lingkaran

Pada pengujian tarik, benda uji mendapat Tegangan uniaksial yang naik terus menerus, dan perpanjangan benda uji diukur setiap penambahan beban. Bila material logam ditarik sampai putus, maka akan didapatkan profil tarikan yang lengkap yang berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Pada dasarnya pengujian tarik dilakukan untuk menentukan respon material pada saat dikenakan beban atau deformasi dari luar (gaya-gaya yang diberikan dari luar, yang dapat menyebabkan suatu material mengalami perubahan struktur). Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah Tegangan membujur rata-rata pengujian tarik.

Pada spesimen panjang tengahnya biasanya lebih kecil luas penampangnya dibandingkan kedua ujungnya, agar patahan terjadi pada bagian tengah. Kekuatan patah (breaking strength) ditentukan dengan membagi beban pada saat benda uji putus. Pada dasarnya kekuatan sambungan las tumpul sama dengan kekuatan logam induk asal pemilihan bahan las dan cara pengelasannya betul. Dalam pelaksanaannya manik las dalam las tumpul mempunyai ketebalan yang lebih dari pada pelat yang dilas disebut penguatan las.

2 Landasan Teori

Regangan (ε)

Bila sebuah batang lurus diberi beban tarik, batang itu akan bertambah panjang. Jumlah pertambahan panjang

atau pemuai disebut Regangan. Pertambahan panjang per satuan panjang dari batang tersebut disebut satuan Regangan. Keuletan logam ditentukan sebagai Regangan tertinggi dalam logam yang dapat dihitung dengan rumusan Regangan.

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana ;

L_0 = Panjang mula-mula

L = Panjang akhir.

Untuk mengukur luas penampang serat diperlukan mikrometer agar dapat mengukurnya, Elastisitas adalah sifat bahan yang memungkinkan bahan tersebut kembali ke bentuk dan ukuran semula bila beban dilepas. Hukum *Hooke* menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, Tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan Regangan yang terjadi.

Untuk kondisi Tegangan berbanding lurus dengan Regangan, maka dapat dilihat persamaan

$$\sigma = E\varepsilon \quad (4)$$

$$\tau = G\gamma \quad (5)$$

Dimana E dan G adalah konstanta perbandingan. Karena perpanjangan adalah bilangan tanpa dimensi, maka satuan E dan G adalah sama dengan satuan Tegangan. Konstanta E disebut *Modulus Elastisitas*. Konstanta G disebut *Modulus elastisitas geser* (modulus kekakuan).

2.1 Kajian Pustaka

Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hydrophilic* serat dapat memberikan kekuatan ikatan *interfacial* dengan matrik polimer secara optimal[2].

Ikatan *interfacial* antara serat dan resin matrik merupakan unsur yang sangat penting dalam mencapai sifat mekanik komposit yang baik. Kekuatan *interface* sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanik komposit, dimana *interface* yang lemah menyebabkan komposit mudah rusak dan kekuatan geser komposit menjadi rendah[3].

Ikatan *interfacial* antara serat dan matrik dipengaruhi oleh *moisture absorption* dan *wettability*, dimana *debonding* dapat terjadi dengan mudah apabila serat memiliki *moisture absorption* dan matrik, *wettability* yang jelek dan daya ikat yang kurang antara serat polimer, Selanjutnya ditunjukkan pula bahwa perlakuan kimia pada serat dapat menghentikan proses *moisture absorption*, membersihkan dan mengubah topografi permukaan serat serta meningkatkan kekasaran permukaan sehingga dapat meningkatkan daya ikat *interfacial* antara serat dan matrik. Topografi permukaan serat kasar tersebut akan menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik dengan matrik[6].

Pengaruh perlakuan alkali NaOH pada serat alam selulosa menunjukkan peningkatan mutu permukaan serat dan sifat alami *hidrophilic*[7].

Serat atau *fiber* dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material[8].

3 Metodologi Penelitian

Peralatan Dan Bahan

Peralatan

- Serat Pelelah aren
- Larutan NaOH
- Kertas Lakmus
- Aquades
- Oxygen Absorber
- Timbangan digital
- Gunting
- Oven listrik
- Gelas *stainless steel*
- Gelas ukur
- Termometer
- Jangka sorong
- Mikrometer
- Mesin uji tarik (Universal Machine), ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Alat Uji Tarik Serat TENSOLAB

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Mesin uji tarik (Universal Machine) dengan spesifikasi :

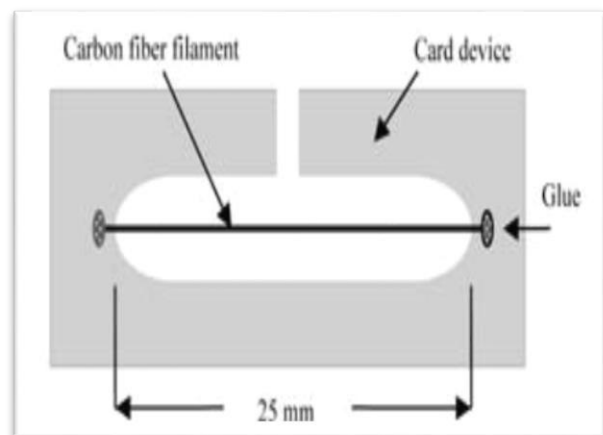
- Merk : TENSOLAB

- Nama : Alat uji tarik benang
- Type : Pearson Panke Equipment Ltd.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Secara singkat dapat diuraikan sebagai berikut :

- Menyiapkan serat yang akan digunakan.
Serat Pelelah Aren diambil dari kebun, kemudian seratnya direndam dengan air selama beberapa hari agar seratnya menjadi lentur sehingga mudah dipukul-pukul dan seratnya dicabuti dari daging pelelahnya, lalu serat tersebut dibersihkan dan dikeringkan.
- Perlakuan Serat.
 - Ukur serat dengan timbangan digital
 - Campurkan larutan NaOH dengan Aquades menurut variasinya masing-masing, yaitu dengan variasi NaOH 5%.
 - Masukan serat ke larutan NaOH yang telah divariasikan kedalam gelas ukur.
 - Rebus serat di gelas ukur dengan kompor, rebus dengan temperatur $\pm 98^{\circ}$ C (mendidih air)
 - Serat dicuci dengan air mengalir, cek dengan kertas lakmus sampai pH serat normal
 - Serat dikeringkan sampai benar-benar kering
 - Pisahkan serat, masing-masing diberi tanda serat yang telah divariasikan.
- Pengujian Tarik

Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian tarik (tensile strength) yang dilakukan dengan mesin uji tarik *Pearson Panke Equipment Ltd.* dilaboratorium Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada sehingga didapat data yang akurat. Bentuk dan ukuran sesuai dengan ukuran standar ASTM D 3379-75[1], yaitu standar pengujian spesimen uji tarik seperti Gambar 2:



Gambar 2. Spesimen uji tarik standar ASTM D 3379-75

4 Hasil dan Pembahasan

Setelah melalui tahapan uji tarik dengan mengetahui beban tarikan (N.f) sampai spesimen putus, maka nilai tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan 1 untuk mendapatkan nilai Tegangan spesimen uji. Dari hasil penelitian ini, telah didapatkan nilai-nilai dari

perhitungan uji tarik yaitu NaOH 5%. Di penelitian ini meneliti 5 spesimen. Berikut adalah hasil perhitungan dari serat Pelelah Aren dengan variasi NaOH 5%.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Tarik

s p e c	A(mm)	P maks (N)	Teg. (MPa)	Reg. (%)	E
1	0.091	18.24	200.9	10.2	19.70
2	0.096	21.77	226.6	12	18.88
3	0.071	18.73	263.6	12.2	21.61
4	0.096	19.31	201.1	8	25.14
5	0.091	27.06	297.2	3.2	92.88

Data-data dari tabel 1 adalah perhitungan serat Pelelah Aren variasi NaOH 5%, menunjukkan bahwa nilai Tegangan tarik yang tertinggi pada Serat Pelelah Aren yaitu pada perlakuan alkali 5% NaOH dengan nilai 297,2 MPa dan nilai terendah yaitu dengan nilai 200.9 MPa, dan regangan tertinggi 12,2% dan nilai regangan terendah 3.2%, untuk modulus elastisitas tertinggi sebesar 92.88 dan nilai terendah sebesar 18,88 jadi pada penelitian perlakuan NaOH 5% bila diberikan larutan alkali yang semakin tinggi akan menyebabkan berkurangnya kandungan semiselulosa, lignin atau pektin pada serat. Namun jika semiselulosa, lignin atau pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam menurun, karena kumpulan mikrofibril penyusun serat yang disatukan oleh lignin atau pektin akan terpisah, serat hanya berupa serat-serat halus (diameter kecil) terpisah satu sama lain.

5 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Nilai kekuatan tarik yang tertinggi dari Serat Pelelah Aren yaitu 297.2 MPa, nilai Tegangan yang terendah yaitu 200.9 MPa.
2. Nilai Regangan yang tertinggi dari serat Pelelah Aren yaitu 12.2%, nilai Regangan yang terendah yaitu 3.2%.
3. Nilai Modulus Elastisitas yang tertinggi dari serat Pelelah Aren yaitu 92.88, nilai Modulus Elastisitas yang terendah yaitu 18,88.
4. Nilai yang terbaik dari semua serat yang diuji adalah dengan beban maksimum 2.76 Kg

Daftar Pustaka

- [1] ASTM, "Annual Book of ASTM Standard", West Conshohocken, 2003.
- [2] Bismarck, *Influence of alkali treatment on surface properties of fibers*, Mc Graw hill, New York, 2002.
- [3] Clyne dan Jones, *interfacial bonding between fibers and matrix*, Brisbane, 2001.
- [4] Hull, D, *An introduction to composite material*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- [5] Hadi, B.K, *Mekanika struktur komposit*, ITB Bandung, , 2000.
- [6] Hwang, *interfacial bonding between fibers and matrik is inflienced by moisture absorption and wettability*.vol 33, no. 26 september 2003.
- [7] Marsyahyo M, Soekrisno, Jamasri dan Rochardjo H.S.B., *Penelitian Awal Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Model Perpatahan Serat tunggal Ramie*, Proseding Seminar Nasional, SNTTM-IV, UNUD, Bali, Indonesia, 2005.
- [8] Triyono dan Diharjo k, *Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban*, ITB Bandung, 2000.

Unburnt Analysis Terhadap Proses Pembakaran Ketel Uap Jenis *Water Tube Boiler* Kapasitas 15 TPH Berbahan Bakar Serat dan Cangkang Kelapa Sawit

Adi setiawan^{1*}, Muhammad Yusuf²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Jalan Batam, Kampus Bukit Indah, Lhokseumawe, 24352, Indonesia

*Corresponding Author : adis@unimal.ac.id , +62 116701699

Abstrak

Ketel uap merupakan salah satu komponen utama dalam sistem pembangkit daya. Proses pembakaran pada ketel uap berlangsung secara kontinyu di dalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dengan bantuan blower. Pada *Boiler* di pabrik kelapa sawit, bahan bakar yang umumnya digunakan adalah serat dan cangkang kelapa sawit. Energi panas yang dihasilkan pada pembakaran bahan bakar digunakan untuk memanaskan fluida. Energi panas dari fluida tersebut selanjutnya digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti untuk turbin uap, pemanas ruangan, mesin uap, dan lain sebagainya. Proses pembakaran pada *water tube boiler* di pabrik kelapa sawit menghasilkan abu sisa pembakaran yang dikeluarkan melalui beberapa bagian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar bahan bakar yang tidak terbakar (*unburnt fuel*) pada ketel uap jenis *water tube boiler* berkapasitas 15 T/H. Penelitian ini dilakukan dengan menguji kadar air dan kadar abu dari abu sisa pembakaran pada *boiler*. Pengambilan sampel abu sisa pembakaran *boiler* dilakukan pada tiga titik yaitu: (i) ruang bakar *boiler*, (ii) hopper lower drum dan (iii) dust collector. Pengambilan sampel dilakukan saat *boiler* beroperasi pada tekanan kerja maksimum yakni pada tekanan 20 bar. Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan alat *Moisture Analyzer*. Sampel sebesar 5 gr akan dipanaskan sampai temperatur tertentu sehingga kelembaban menjadi hilang ketika proses pemanasan berlangsung. Proses pengujian kadar abu menggunakan *furnace* jenis *Chamber Furnace* tipe *Carbolite Gero* dengan temperatur pengujian 800° C dengan waktu tinggal selama 10 menit. Setelah dilakukan analisa, diperoleh persentase bahan bakar yang tidak terbakar (*Unburnt Fuel*) selama proses pembakaran yang terdapat di ruang bakar boiler adalah 8,09%, pada *Hopper Lower Drum* 3,6%, dan pada *Dust Collector* 3,76%.

Kata Kunci : *Boiler, combustion, Unburnt fuel, water tube boiler.*

1 PENDAHULUAN

Pembakaran merupakan rangkaian suatu reaksi kimia yang terjadi antara zat pengoksidasi yang berupa oksigen dan bahan bakar, dimana dalam proses pembakaran tersebut menghasilkan energi berupa panas dan perubahan senyawa kimia [1]. Pelepasan energi panas tersebut menimbulkan cahaya dalam bentuk api. Reaksi pembakaran terjadi ketika suatu zat mampu bereaksi cepat dengan oksidator dan mendapatkan suhu yang cukup untuk memulai awal proses pembakaran atau yang disebut dengan energi

aktivasi [2]. Proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar ketel uap (*boiler*) bertujuan untuk merubah fasa air menjadi fasa uap [3].

Proses pembakaran pada ketel uap (*boiler*) dilakukan secara kontinyu di dalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar [4]. Uap yang dihasilkan adalah uap *superheat* dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Pada ketel uap, energi panas yang dihasilkan pada pembakaran bahan bakar digunakan untuk memanaskan fluida [5]. Energi panas dari fluida tersebut selanjutnya digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti untuk turbin

uap, pemanas ruangan, mesin uap, dan lain sebagainya [6]. Prinsip kerja ketel uap pada dasarnya adalah proses perubahan air menjadi uap yang terjadi dengan memanaskan air yang berada di dalam pipa-pipa yang memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar.

Pada *boiler* di pabrik kelapa sawit, bahan bakar yang digunakan adalah serat dan cangkang kelapa sawit. Serat adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti rambut, berwarna coklat muda setelah mengalami proses perebusan. Serat terdapat di bagian kedua dari buah kelapa sawit setelah kulit buah kelapa sawit. Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut [7]. Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai unsur kimia antara lain, Carbon (C), Hidrogen (H₂), Nitrogen (N₂), Oksigen (O₂) dan Abu [8].

Bahan bakar yang diperlukan dalam operasional *boiler* harus memiliki kualitas uap yang sesuai dengan yang diinginkan sehingga dibutuhkan sejumlah panas untuk menguapkan air tersebut, dimana panas tersebut diperoleh dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar boiler. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna di dalam *boiler*, maka diperlukan beberapa syarat yaitu, perbandingan pemakaian bahan bakar harus sesuai (cangkang dan *fiber*), udara yang dipakai harus mencukupi, waktu yang diperlukan untuk proses pembakaran harus cukup, panas yang cukup untuk memulai pembakaran, kerapatan yang cukup untuk merambatkan nyala api [9]. Proses pembakaran pada ketel uap jenis *water tube boiler* menghasilkan abu sisa pembakaran yang terletak pada beberapa bagian diantaranya pada bagian ruang bakar boiler, pada bagian bawah *Hopper Lower Drum* dan pada bagian *Dust Collector* serta abu halus pada cerbong asap yang ikut terbawa dengan asap pembakaran boiler [10]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar bahan bakar yang tidak terbakar pada ketel uap jenis *water tube boiler* berkapasitas 15 T/H.

2 METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menguji kadar air dan kadar abu dari abu sisa pembakaran pada boiler. Pada proses pelaksanaannya, penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel pengujian, persiapan sampel dan alat pengujian, setelah data hasil pengujian didapatkan maka akan dilakukan analisa data untuk penarikan kesimpulan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah abu sisa

pembakaran boiler yang terdapat pada ruang bakar boiler, pada bagian bawah *Hopper Lower Drum* dan *Dust Collector*. Pengambilan sampel abu sisa pembakaran boiler dilakukan di PT. X yang merupakan salah satu pabrik pengolahan minyak kelapa sawit di Kabupaten Aceh Tamiang. Pengambilan sampel dilakukan saat boiler beroperasi pada tekanan kerja maksimum yaitu pada tekanan 20 bar.

2.1 Pengujian kadar air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada abu sisa pembakaran boiler. Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan Moisture Analyzer. Sampel sebanyak 5 gr dipanaskan sampai temperatur tertentu sehingga kelembaban menjadi hilang ketika proses pemanasan berlangsung. Proses akan berakhir ketika massa sampel tidak berkurang lagi. Kadar air dapat dihitung dengan standar ASTM D-3173 dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{w_o - w}{w_{so}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

w_o = Berat sampel + cawan sebelum dioven (gr)

w = Berat sampel + cawan setelah dioven (gr)

w_{so} = Berat cawan awal (gr)

2.2 Pengujian Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada boiler bertujuan untuk mengetahui persentase bahan bakar yang belum terbakar selama proses boiler beroperasi. Proses pengujiannya diawali dengan persiapan sampel dan alat pengujian. Sampel ditimbang sebelum dimasukkan ke dalam furnace. Furnace yang digunakan adalah jenis *Chamber Furnace* tipe *Carbolite Gero* dengan temperatur pengujian 800° C dengan waktu tinggal selama 10 menit. Prosedur perhitungan kadar abu pada pengujian ini menggunakan standar ASTM D-3174 dengan rumus :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{w_o}{w_{so}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

w_o = Berat sampel setelah pengabuan (gr)

w_{so} = Berat sampel sebelum pengabuan (gr)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kadar air dan kadar abu yang terdapat pada abu sisa pembakaran di boiler, diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Data hasil pengujian kadar air pada abu sisa pembakaran boiler

Sampel	Kondisi Awal			Kadar Air (%)
	Suhu (°C)	Berat (gr)	Waktu (menit)	
Ruang bakar	200	5	4,6	1,04
Hopper lower drum	201	5	1,5	7,26

Dust collector	202	5	2,8	6,90
----------------	-----	---	-----	------

Pengujian kadar air yang terdapat pada abu sisa pembakaran boiler menggunakan sampel dari 3 titik yang berbeda pada boiler. Sampel tersebut diantaranya berasal dari abu pada ruang bakar boiler, *Hopper Lower Drum* dan *Dust Collector*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil kadar air yang berbeda. Kadar air pada sampel yang berasal dari bagian bawah *Hopper Lower Drum* lebih tinggi dibandingkan dengan sampel abu dari bagian yang lain. Hal ini disebabkan oleh letak penampungan abu hasil pembakaran pada bagian ini berkontak langsung dengan udara lingkungan. Kelembaban udara lah yang mendorong kadar air pada abu sisa pembakaran yang berada pada bagian *Hopper Lower Drum* sedikit lebih tinggi dari sampel yang lain.

Tabel 3. 2 Data Hasil Pengujian Furnace

Sampel	Kondisi Awal			Kondisi Akhir			Kehilangan Berat (gr)
	BC (gr)	BS (gr)	BC+BS (gr)	BC (gr)	BS (gr)	BC+BS (gr)	
A	103,07	91,16	194,23	103,7	80,03	183,1	11,13
B	95,85	126,55	222,4	95,85	122,11	217,96	4,44
C	97,9	132,97	230,87	97,9	119,13	217,03	13,84

Keterangan : Sampel A merupakan abu yang berasal dari bagian ruang bakar pada boiler, sampel B dari *Hopper Lower Drum* dan sampel C dari *Dust Collector*. BC = Berat Cawan, BS = Berat Sampel.

Pengujian kadar abu yang terdapat pada abu sisa pembakaran boiler menggunakan sampel dari 3 titik yang berbeda. Sampel tersebut diantaranya berasal dari abu pada ruang bakar boiler, *Hopper Lower Drum* dan *Dust Collector*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, Kehilangan berat sampel tertinggi terletak pada sampe yang berasal dari *Dust Collector* dan kehilangan berat paling sedikit pada sampel yang berasal dari *Hopper Lower Drum*. Perbedaan kehilangan berat ini disebabkan oleh perbedaan pemanasan yang terdapat pada tempat pengambilan sampel tersebut. Sampel abu sisa pemakaran pada bagian *Dust Collector* merupakan abu yang melalui proses pembakaran yang belum seutuhnya menjadi abu dan masih ada bahan bakar yang belum terbakar sempurna ikut tercampur dengan abu. Sehingga pada

proses pengujian kadar abu, saat pemanasan sampel abu dilakukan didalam *furnace* terjadi kehilangan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan abu yang berasal dari *bawah hopper lower drum*.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *Unburnt Analysis* yang terdiri dari pengujian kadar air dan kadar abu yang terdapat pada abu sisa pembakaran boiler dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian kadar abu menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sampel abu pada ruang bakar boiler (12,20%) dan *Hopper Lower Drum* (3,50%). Hal ini disebabkan oleh

keadaan pemanasan di dalam sistem pembakaran boiler, dimana setelah bahan bakar terbakar di ruang bakar akan terjadi pembakaran lanjut yang berasal dari induksi panas pipa air di *combustion chamber* pada bagian atas hopper lower drum sehingga bahan bakar yang melewati ruang ini akan sepenuhnya terbakar dan menjadi abu.

2. Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh persentase bahan bakar yang tidak terbakar (*Unburnt Fuel*) selama proses pembakaran yang terdapat di ruang bakar boiler adalah 8,09%, pada *Hopper Lower Drum* 3.6%, dan pada *Dust Collector* 3,76%.
3. Semakin tinggi kadar abu pada abu sisa pembakaran boiler maka semakin banyak bahan bakar yang belum terbakar pada proses operasional boiler. Hal ini akan berdampak signifikan terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hidayanto, "ANALISIS PERFORMA WATER TUBE BOILER KAPASITAS 115 TON/JAM DI PT. PERTAMINA REFINERY UNIT VI BALONGAN-INDRAMAYU." Universitas Negeri Semarang, 2016.
- [2] S. Hidayanto, "Analisa Performa Water Tube Boiler Kapasitas 115 Ton/Jam di PT Pertamina Refinery Unit VI Balongan Indramayu," *Skripsi. Semarang : UNNES*, 2016.
- [3] H. C. Hasibuan and F. H. Napitupulu, "Analisa Pemakaian Bahan Bakar Dengan Melakukan Pengujian Nilai Kalor Terhadap Performansi Ketel Uap Tipe Pipa Air Dengan Kapasitas Uap 60 Ton/Jam," *e-Dinamis*, vol. 4, no. 4, 2013.
- [4] Junaudi, "Analisa unjuk kerja boiler tipe pipa air melalui gas buang," no. November 2011, 2018.
- [5] S. A. Muin, "Pesawat-Pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)," *Rajawali pers Jakarta*, 1988.
- [6] F. H. Napitupulu, "Pengaruh nilai kalor (heating value) suatu bahan bakar terhadap perencanaan volume ruang bakar ketel uap berdasarkan metode penentuan nilai kalor bahan bakar yang dipergunakan," *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 60–65, 2006.
- [7] L. B. Hartanto, M. Sibarani, and J. V. Tuapetel, "Analisa Teknis Dan Biaya Penggunaan Bahan Bakar Cangkang Kelapa Sawit Dan Batu Bara Pada Boiler DZL4 Di PT. Lautan Luas Tbk.," *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 4, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.31543/jtm.v4i1.301.
- [8] A. Pudjanarsa, "Mesin konversi energi," 2018.
- [9] K. KUNARTO, "ANALISA EFISIEN BOILER PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR FIBRE DAN CANGKANG," *Penelit. MANDIRI Univ. BANDAR LAMPUNG*, 2018.
- [10] H. Hendaryati, "Analisis Efisiensi Termal Pada Ketel Uap Di Pabrik Gula Kebonagung Malang," *J. Gamma*, vol. 8, no. 1, 2012.

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW YANG MENGGUNAKAN DUA JENIS MATERIAL BERBEDA (AISI 1045 DAN SS 304)

Aljufri*, Abubakar, Abdul Rahman, Zulfahmi

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

*Corresponding Author: aljufri@unimal.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan daerah lasan yang proses pengelasannya menggunakan dua jenis material yang berbeda, juga menggunakan kuat arus dan variasi kampuh yang berbeda. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa dan mengetahui perbandingan kuat arus pada hasil pengelasan SMAW terhadap material baja AISI 1045 dengan SS-304, menggunakan variasi kuat arus pengelasan 80 A, 90 A 100 A menggunakan elektroda E 309-16. serta mengetahui sifat mekanik spesimen las menggunakan ASTM - E8. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil dimana pada spesimen hasil pengujian tarik terutama daerah patahan atau putus nya spesimen tidak terjadi pada daerah lasan tapi putus nya pada daerah logam induk sekitar 20 mm dari daerah HAZ. begitu juga dengan spesimen lainnya, ini juga menunjukkan perihal tentang penggunaan jenis kampuh serta kuat arus yang divariasikan sehingga nilai regangannya atau perpanjangannya sangat berpengaruh terhadap kedua jenis logam yang digunakan pada penelitian ini. sehingga sambungan las yang dihasilkan cukup baik dan memiliki kekuatan yang tangguh, ini dibuktikan dengan hasil pengujian yang dihasilkan pada spesimen yang putus bukan pada daerah sambungan las melainkan pada logam induk

Keywords: *Derah Lasan, Logam Induk, Kuat Arus, Sambunagn Las*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri pengelasan saat ini berkembang dengan pesat baik pada kilang minyak, perkapalan, kelistrikan, perakitan mobil sampai dengan home industri. Teknologi ini disamping dianggap murah serta tidak sulit pada proses pengerjaannya dan dalam pelaksanaannya baik di *workshop* maupun dilapangan. Selama ini kegagalan pada pengelasan menggunakan dua material yang berbeda sering terjadi dikarenakan kualitas sambungan las yang tidak optimal, disebabkan oleh lonjakan tegangan tinggi disekitar daerah lasan yang ditimbulkan dari temperatur puncak las dan temperatur terdistribusikan tidak sama pada kedua logam yang disambung (Sugiarto, 2011 :98)

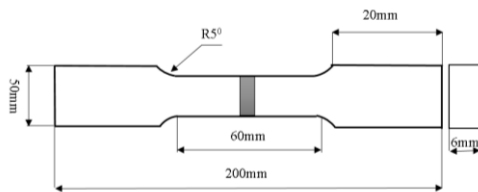
Selanjutnya Permasalahan yang dihadapi pada penggabungan dua logam berbeda adalah perbedaan titik lebur, koefisien muai, sifat fisis dan mekanis dari logam tersebut. Pengenceran inti elektroda dan senyawa yang terbentuk dari logam-logam yang memiliki struktur Kristal yang berbeda (intermetalik) pada antar muka yang menyebabkan terjadinya perpatahan. Dengan adanya perbedaan tersebut maka pengelasan kedua logam yang berbeda memerlukan

suatu prosedur pengelasan yang baik agar didapat mutu las yang maksimal (Harsono dan Toshie, 2006). dari kelemahan serta kekurangan tersebut maka dilakukan penelitian dengan cara memvariasi arus pengelasan SMAW, dengan menggunakan elektroda berdiameter 2,5 mm menggunakan kuat arus 50 A, 60 A, 70 A dimana arus tersebut adalah arus yang rendah dari pada standarisasi arus (Parreke, 2014). Penggunaan kawat las dan besar arus yang lebih rendah sangat memungkinkan dipakai pada pengelasan terutama *stainless steel* (Marihot, 1998). Basuki (2009) mengatakan semakin besar arus yang digunakan maka akan meningkatkan kekuatan mekanis pada daerah sambungan las. Oleh karena itu diperlukan dilakukan penelitian dengan variasi arus pengelasan yang mencakup arus rendah dan tinggi menurut standar pemilihan arus untuk mengetahui nilai kekerasan dan kekuatan tarik yang tinggi dan menghindari kegagalan sambungan. Berdasarkan beberapa pengalaman dan latar belakang diatas dilakukanlah penelitian ini yang bertujuan untuk mendapatkan hasil sambungan yang optimal pada sambungan las dengan menggunakan kuat arus dan variasi kampuh yang berbeda.

2. Metode Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan secara sistematis dari proses penentuan jenis material, penggunaan lasan, jenis kampuh las dan kuat arus yang di variasikan serta penentuan elektroda yang digunakan, sampai proses pengujian untuk menilai kekuatan kampuh yang mana yang lebih baik dan dapat dijadikan referensi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Material digunakan adalah plat Baja karbon AISI 1045 dan Baja tahan karat SS-304 dengan ukuran panjang masing-masing 100 mm lebar 50 mm, dan tebal 6 mm kemudian dipotong dan dibentuk menjadi spesimen uji tarik mengikuti standar ASTM E-8
2. Pengelasan yang digunakan adalah pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding), Teknik pengelasan yang digunakan adalah Teknik pengelasan datar atau disebut juga dengan metode pengelasan 1G, menggunakan elektroda las E 309-16.
3. Saat sebelum dilakukan pengelasan, material yang akan dilas dibuat kampuh (alur) las sesuai dengan petunjuk WPS. Dalam penelitian ini digunakan 3 variasi kampuh dan kuat arus yaitu : Kampuh V 60° dengan kuat arus 80 amper, Kampuh V 80° dengan kuat arus 90 amper, dan Kampuh V 70° dengan kuat arus 100 amper.
4. Baja karbon AISI 1045 dan baja tahan karat SS-304 dengan ukuran pengujian dimensi spesimen uji tarik mengikuti standar ASTM E-8 (Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials) telah diatur mengenai bentuk spesimen uji tarik yang baku di perlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi spesimen uji tarik Standar ASTM E8

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian pengelasan ini menggunakan metode pengujian uji tarik dan perhitungan menggunakan. Hasil pengelasan yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengelasan las SMAW dengan variasi kuat arus

Data hasil pengujian tarik tersebut dapat di ketahui melalui pengujian tarik pada material plat AISI 1045 dengan plat SS-304 sebagai berikut :

1. Pengujian Spesimen Uji Tarik kuat Arus 80A Kampuh V 60°

Tabel 2. Hasil pengujian spesimen dengan kuat arus 80A Kampuh V 60°

No Spesimen	Panjang Awal (mm)	Tebal Plat (mm)	Lebar Plat (mm)	Pertambahan Panjang (mm)	Beban Maks (Kg)	Tegangan (kg/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas
1	200	6	20	6	5784	48,2	3	16,06
2	200	6	20	13	7022	58,51	6,5	9
3	200	6	20	3	5371	44,75	1,5	29,83
4	200	6	20	4	5534	46,11	2	23,055
5	200	6	20	5	5610	46,75	2,5	18,7

2. Pengujian Spesimen Uji Tarik kuat Arus 90A Kampuh V 70°

Tabel 3. Hasil pengujian spesimen dengan kuat arus 90A Kampuh V 70°

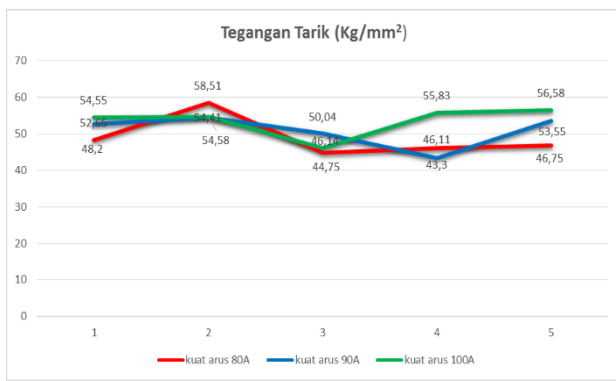
No Spesimen	Panjang Awal (mm)	Tebal Plat (mm)	Lebar Plat (mm)	Pertambahan Panjang (mm)	Beban Maks (Kg)	Tegangan (kg/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas
1	200	6	20	11	6319	52,65	5,5	9,57
2	200	6	20	16	6530	54,41	8	6,8
3	200	6	20	15	6005	50,04	7,5	6,67
4	200	6	20	6	5196	43,3	3	14,43
5	200	6	20	12	6426	53,55	6	8,92

3. Pengujian Spesimen Uji Tarik kuat Arus 100A Kampuh V 80°

Tabel 4. Hasil pengujian spesimen dengan kuat arus 100A Kampuh V 80°

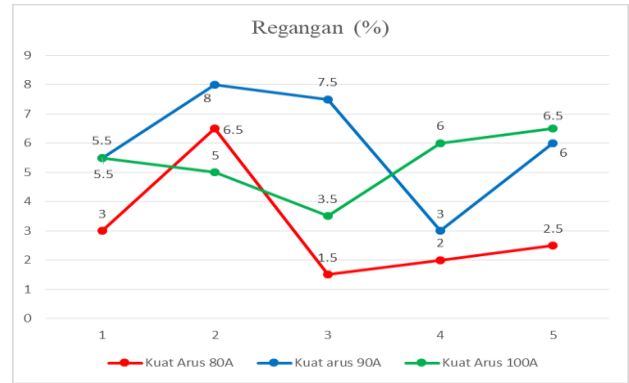
No Spesimen	Panjang Awal (mm)	Tebal Plat (mm)	Lebar Plat (mm)	Pertambahan Panjang (mm)	Beban Maks (Kg)	Tegangan (kg/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas
1	200	6	20	11	6546	54,55	5,5	9,91
2	200	6	20	10	6550	54,58	8	10,916
3	200	6	20	7	5537	46,14	3,5	13,18
4	200	6	20	12	6700	55,83	6	9,305
5	200	6	20	13	6790	56,58	6,5	8,7

Dari keseluruhan hasil yang telah dibuat pada tabel 2, 3, dan 4 dapat dibaca pada grafik tegangan tarik, presentase regangan tarik, serta modulus elastisitas pada Gambar 3 dan 4.



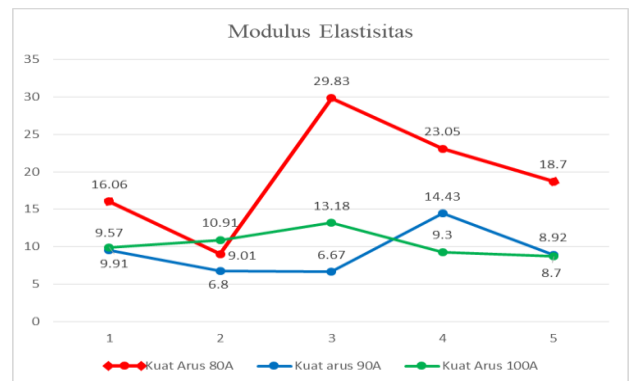
Gambar 3. Grafik perbandingan tegangan tarik

Dapat dijelaskan bahwa diantara ketiga material ini nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen las menggunakan kuat arus 80 A dengan nilai = 58,51 Kg/mm², nilai ini sedikit berbeda nilai pada kuat arus lainnya, sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat pada kuat arus 90A dengan nilai = 43,3 Kg/mm². Dari gambar grafik hasil pengujian tarik diatas menunjukkan hasil pengujian tarik yang bervariasi, ini menjelaskan bahwa pada daerah lasan memiliki kekuatan yang baik dibuktikan dengan bentuk patahan pada spesimen pengujian tarik dimana daerah patahan tidak terjadi pada daerah lasan tapi pada daerah logam induk sekitar 20 mm dari daerah HAZ. Hal ini menunjukkan bahwasannya daerah lasan tersebut memiliki kekuatan yang optimal dimana penggunaan sudut kampuh dan kuat arus memiliki pengaruh yang baik seperti yang diharapkan.



Gambar 4. Grafik perbandingan regangan tarik

Gambar diatas menunjukkan ketiga kelompok spesimen las yang memiliki nilai regangan bervariasi, spesimen las menggunakan kuat arus 90 A, nilai regangannya sebesar 8 %, nilai ini berbeda dengan nilai pada kuat arus yang lainnya, sedangkan nilai regangan terendah ada pada spesimen las menggunakan kuat arus 80 A dengan nilai 1,5 %. Ini menjelaskan nilai regangan tarik yang bervariasi, dimana daerah lasan memiliki ketangguhan yang baik ini dibuktikan dengan patahan pada spesimen hasil pengujian tarik, begitu juga dengan spesimen lainnya, ini juga menunjukkan perihal tentang penggunaan jenis kampuh serta kuat arus yang divariasikan sehingga nilai regangannya atau perpanjangannya sangat berpengaruh terhadap kedua jenis logam yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 5. Grafik perbandingan modulus elastisitas pada pengujian tarik

Grafik diatas menjelaskan bahwa diantara ketiga kelompok spesimen las yang telah mengalami pengujian memiliki nilai modulus elastisitas beragam, ini terlihat pada kelompok spesimen las yang menggunakan kuat arus 80A memiliki nilai sebesar = 29,83 Kg/mm, sedangkan nilai modulus elastisitas terendah terdapat pada spesimen kuat arus 90A dengan nilai = 6,67 Kg/mm. Dari gambar Diagram hasil Modulus Elastisitas diatas menunjukkan nilai hasil pengujian tarik yang bervariasi ini menjelaskan pengaruh yang begitu besar

terhadap penggunaan kampuh las dan jenis elektroda yang digunakan, sehingga sambungan las yang dihasilkan cukup baik dan memiliki kekuatan yang tangguh, ini dibuktikan dengan hasil pengujian yang dihasilkan pada spesimen yang putus bukan pada daerah sambungan las melainkan pada logam induk

Metode Spot Welding pada Baja SUS 301 dan SUS 304. Rekayasa, Vol. 4, Hal 56-63.

- [5] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, T. 1996. *Teknologi pengelasan Logam*. Jakarta: pradnya paramita.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian tarik yang bervariasi, pada penelitian ini menjelaskan bahwa pada daerah lasan memiliki kekuatan yang baik dibuktikan dengan bentuk patahan pada spesimen pengujian tarik dimana daerah patahan tidak terjadi pada daerah lasan tapi pada daerah logam induk sekitar 20 mm dari daerah HAZ. Hal ini menunjukkan bahwasanya daerah lasan tersebut memiliki kekuatan yang optimal dimana penggunaan sudut kampuh dan kuat arus memiliki pengaruh yang baik seperti yang diharapkan.

Perihal tentang penggunaan jenis kampuh serta kuat arus yang divariasikan sehingga nilai regangannya atau perpanjangannya sangat berpengaruh terhadap kedua jenis logam yang digunakan pada penelitian ini. penggunaan jenis kampuh las dan jenis elektroda yang digunakan memberi pengaruh pada daerah lasan, sehingga sambungan las yang dihasilkan cukup baik dan memiliki kekuatan yang tangguh, ini dibuktikan dengan hasil pengujian yang dihasilkan pada spesimen yang putus bukan pada daerah sambungan las melainkan pada logam induk

Daftar Pustaka

- [1] Aljufri, 2014. *Analisa Pengujian Tarik Statik Hasil Pengelasan TIG Pada Material Al-Mg 5083 Menggunakan Analisis Statistik Metode Anova (Varian)*.Malikussaleh Industrial Engineering Journal Vol.3 No.2 (2014) 54-59
- [2] Santoso, Joko. 2006. *Pengaruh Arus Penge-lasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E7018*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Semarang
- [3] Setiawan, A. 2016 "Penelitian Stainless Steel 304 Terhadap Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten ARC Welding (GTAW) Untuk Variasi Arus 50A, 100A dan 160A dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji kekerasan dan Uji Impact" Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta *Steel Construction Manual, 8th Edition, second revised edition, American Institute of Steel Construction, 1986, ch. 1 pages 1–5. BAJA A36*
- [4] Sinarep. 2003. *Pengaruh Perbedaan Gaya Elektroda Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Dengan*

Desain Poros Mesin Penghancur Sampah Organik Dengan Daya 1 HP

Abdul Rahman, Nurul Islami*, Asnawi, Safrizal

Mechanical Engineering, Malikussaleh University, Aceh, Indonesia

*Corresponding Author: nurulislami@unimal.ac.id, +62 813600 38586

Abstract – Pada umumnya mesin pencacah digerakkan oleh motor penggerak yang mana memiliki sistem kerja motor memutar pulley bergerak, kemudian ditransmisikan ke sistem menggunakan transmisi belt untuk memutar poros utama dimana yang terdapat pisau (cruiser) pencacah dan bantalan sebagai penyeimbang poros. Untuk menjaga supaya produksi tetap berjalan dengan baik poros harus mendapat perawatan, sehingga tidak terjadi kemacetan pada waktu produksi. Kajian ini menjelaskan perhitungan pada batang poros yang digunakan pada sistem kerja mesin pencacah limbah rumah tangga untuk kompos. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya: kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertingkat. Bahan poros terbuat dari baja S45C (baja karbon sedang) dengan spesifikasi tegangan tarik pabrikan sebesar 569 MPa atau 58 kg/mm². Diameter poros 19 mm yang dianalisa adalah posisi tumpuan dengan panjang total poros 400 mm. putaran yang ditransmisi dari motor dan diterima poros sebesar 560 RPM, puntiran yang diterima sebesar 2,51 N.mm. Beban kerja yang diterima poros relatif beban sedang karena putaran yang tidak memiliki hentakan dari limbah organik (sayur-sayuran limbah pasar). Kekuatan poros juga akan ditentukan oleh kerja pisau penghancur yang dipasang pada pipa selubung yang melekat pada poros utama. Hasil analisa poros dengan mempertimbangkan factor keamanan, faktor koreksi dan putaran poros, maka poros dapat bekerja dengan baik dan aman.

Keywords: Sampah Organik, Mesin Pencacah, Tegangan Tarik, Poros, Beban

Pendahuluan

Menurut UU RI NO.23 Tahun 1997, Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau di masuknya makhluk hidup, zat, energy, atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Salah satu bentuk pencemaran yang sering kita temui saat ini adalah sampah. Menurut definisi World Health Organization (1990) menyimpulkan sampah adalah sesuatu yang tidak di gunakan, tidak dipakai, tidak di senangi atau sesuatu yang di buang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Undang– Undang pengolahan sampah nomor 18 Tahun 2008 juga menyimpulkan sampah adalah sisa kegiatan sehari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah merupakan salah satu permasalahan yang sangat serius

di lingkungan sekitar kita. Masalah ini semakin besar akibatnya seiring dengan makin banyaknya penggunaan barang–barang yang sulit di uraikan oleh tanah. Untuk mengurangi dampak yang di timbulkan oleh sampah, maka di perlukan suatu pengolahan sampah yang cukup baik.

Dari berbagai macam jenis sampah yang masih bisa di olah atau di daur ulang, salah satunya adalah sampah organik Saat ini sampah organik telah menjadi masalah yang cukup serius bagi pencemaran khususnya bagi pencemaran lingkungan. Menurut Sudrajat (Wijayanti, 2009:6), perkiraan volume produksi sampah organik rata-rata sekitar 0,5 kg/kapita /hari dengan komposisi sampah organik sebanyak 2%, hal ini di karenakan bahan yang di gunakan dalam masyarakat adalah bahan organik. Sampah organik tersebut rata-rata sebagian besar berasal dari sisa aktifitas manusia yang berasal dari rumah tangga maupun lingkungan, semakin banyak penumpukan

limbah sampah organik akan berakibat pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Dampak yang di timbulkan oleh sampah organik sangat merugikan masyarakat, masyarakat banyak yang belum paham bagaimana cara menanggulangi sampah dengan baik, biasanya masyarakat menanggulangi limbah organik dengan cara membakarnya hal itu berdampak buruk berpotensi bahaya yang dapat di timbulkannya. Dari masalah yang di hadapi oleh masyarakat tersebut, sudah ada mesin penghancur sampah dengan kapasitas besar seperti pada gambar alat pengolah sampah organik dapat diimbangi dengan nilai jual bahan baku kompos yang dihasilkan dari alat yang dirancang. (Tarmizi, 2013)

Dengan latar belakang tersebut timbulah pemikiran pemanfaatan sampah–sampah organik, untuk di jadikan sebagai bahan dasar pupuk kompos dan disinilah perencanaan pengaplikasian konsep pemikiran proses–proses seperti Reduce (mengurangi), Reuse (menggunakan kembali), Recycle (mendaur ulang), Replace (menganti barang berpotensi sampah ke arah recycle) dan untuk menunjang langkah tersebut maka di buat suatu rancang bangun mesin penghancur sampah organik. Rancang bangun ini bertujuan untuk mengolah sampah organik dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat (Kristianto, 2002).

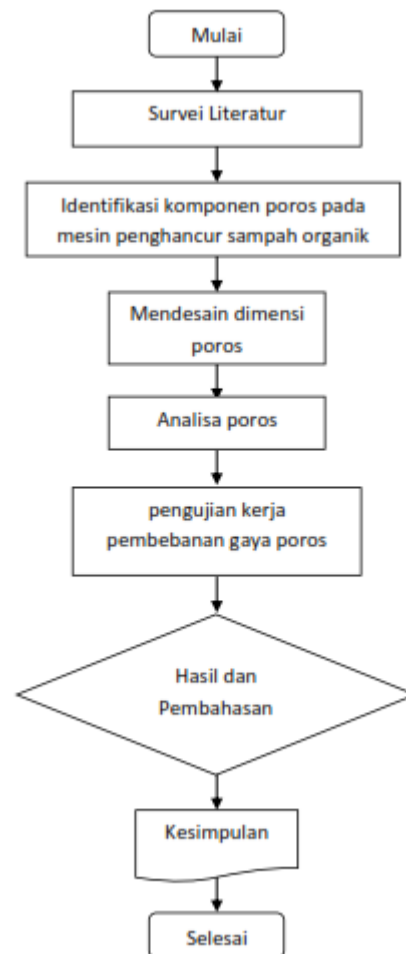
Konstruksi rancang bangun dengan tenaga penggerak dari motor penggerak listrik maupun dari motor diesel dapat disesuaikan dengan fungsi kerjanya, daya dan kapasitas yang dapat mengolah sampah organik untuk menjadi kompos. Diketahui sampah organik buah-buahan memiliki karakteristik yang lebih lunak, sehingga beban yang diterima oleh pisau pada rancangan tidak terlalu besar. Oleh karena itu dapat digunakan motor listrik yang berdaya rendah untuk menekan harga ekonomis dari beban listrik yang digunakan dan harga motor itu sendiri. Selain itu dimensi konstruksi rancangan dapat dirancang sesederhana mungkin dan menggunakan material yang murah, sehingga memiliki nilai ekonomis yang baik.

Artikel ini menganalisa desain rancangan poros mesin penghancur sampah organik yang efisien yang dapat digunakan pada motor dengan daya 1 HP.

Metode

Desain poros direncanakan berupa dari bahan baja S45C berdiameter 25 mm sepanjang 400 mm. Pada poros tersebut terdapat poros selubung (pipa) berdiameter 127 mm dari bahan baja karbon tebal 4 mm, sepanjang 250 mm. Diameter poros pada kedua dudukan bantalan adalah 19 mm. Selanjutnya putaran awal dari motor yang menggerakkan mesin penghancur limbah organik ini direncanakan 1400 rpm. Putaran motor akan ditransmisi menggunakan puli dan sabuk dan diteruskan pada puli yang lebih besar yang menggerakkan pisau penghancur

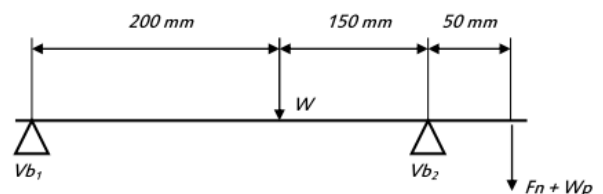
buah. Secara sistmatik desain ini diilustrasikan dalam *flowchart* pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Desain Poros

Desain dan Pembahasan

Hasil penimbangan berat poros sepanjang 400 mm adalah 1,3 kg. Bahan poros S45C diketahui kemampuan beban tegangan tarik sebesar 569 Mpa atau 58 kg/mm². Direncanakan diameter poros 19 mm dan hantaran putaran puli pada poros 560 Rpm, berat puli hasil timbang 0,2 kg. Maka dapat digambarkan diagram benda bebas pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Benda Bebas Poros

Dimana penghitungan desain dijabarkan dalam formulasi berikut ini:

$$\begin{aligned}
 W &= \text{berat poros} + \text{berat pemotongan} \\
 &= 1,3 \text{ kg} + 20 \text{ kg} = 21,3 \text{ kg} \\
 Vb_1 &= \text{beban pada bantalan 1} \\
 Vb_2 &= \text{beban pada bantalan 2} \\
 Fn &= \text{beban puli} \\
 Wp &= \text{berat puli} = 0,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 (W \cdot 150 \text{ mm}) &= (Fn \cdot 50 \text{ mm}) + (Wp \cdot 50 \text{ mm}) \\
 (21,3 \text{ kg} \cdot 150 \text{ mm}) &= (Fn \cdot 50 \text{ mm}) + (0,2 \text{ kg} \cdot 50 \text{ mm}) \\
 (3195 \text{ kg}\cdot\text{mm}) &= (Fn \cdot 50 \text{ mm}) + (10 \text{ kg}\cdot\text{mm})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fn &= \frac{35195 \text{ kg}\cdot\text{mm} - 10 \text{ kg}\cdot\text{mm}}{50 \text{ mm}} \\
 &= \frac{35185 \text{ kg}\cdot\text{mm}}{50 \text{ mm}} \\
 &= 703,7 \text{ kg}.
 \end{aligned}$$

Jika P (daya motor) adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan sehingga koreksi pertama dapat diambil antara $f_c = 1,2 - 2,0$. Mesin penghancur limbah organik ini dapat dikategorikan sebagai konstruksi yang mempunyai operasi beban berat, sehingga didalam perhitungannya perlu dipertimbangkan faktor koreksi (f_c) untuk daya yang bekerja dan pada analisa poros ini ditentukan $f_c = 2$. Sehingga:

$$\begin{aligned}
 Pd &= f_c \cdot P \\
 &= 2 \cdot 0,746 \text{ kW} \\
 &= 1,5 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung momen puntir dan tegangan geser rencana pada poros, dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 T &= 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \\
 &= \frac{97400 \times 1,5}{560} \\
 &= \frac{146100}{560} \\
 &= 260,893 \text{ kg}\cdot\text{mm}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 \tau_a &= \frac{\tau_B}{Sf_1 \times Sf_2} \\
 &= \frac{58}{5 \times 2} \\
 &= 5,8 \text{ kg}/\text{mm}^2
 \end{aligned}$$

Faktor koreksi yang ditinjau dari keadaan momen puntir dinyatakan dengan K_t dan pada perencanaan ini ditetapkan 2. Kemudian nilai faktor koreksi momen lentur mempunyai ketentuan yaitu untuk poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur tetap, besarnya faktor $K_m = 1,5$. Maka dihitung nilai defleksi putaran poros (ϑ).

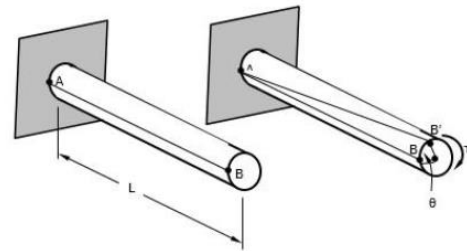
$$\begin{aligned}
 \vartheta &= 584 \frac{TL}{Gds^4} \\
 &= 584 \frac{260,892 \cdot 400}{8300 \times 19^4} \\
 &= 0,056 \text{ mm}.
 \end{aligned}$$

Jadi, terjadi defleksi atau lenturan pada poros yang relatif kecil sebesar 0,056 mm untuk kerja pada putaran 560 Rpm.

Selanjutnya dihitung diameter poros (ds):

$$\begin{aligned}
 ds^3 &= \left[\frac{5,1}{\omega} K_{cb} T \right]^{1/3} \\
 &= \left[\frac{5,1}{5,8} 2.1.5.260,893 \right]^{1/3} \\
 &= (688,218)^{1/3} \\
 &= \sqrt[3]{688,218} \\
 &= 26,23 \text{ mm}.
 \end{aligned}$$

Torsi atau gaya putar berkenaan dengan pembebanan momen puntir, pembebanan ini lazimnya terjadi pada poros transmisi. Batang yang terkena beban torsi akan terdeformasi ke arah lateral, sehingga batang seolah-olah terpuntir.



Gambar 3. Batang yang terkena beban torsi (a) sebelum menerima beban torsi, dan (b) setelah menerima beban torsi.

Besarnya sudut puntiran (θ) berbanding lurus dengan besarnya torsi (T) dan panjang batang (L), serta berbanding terbalik dengan Inersia Polar (J) dan Modulus Geser (G), sehingga:

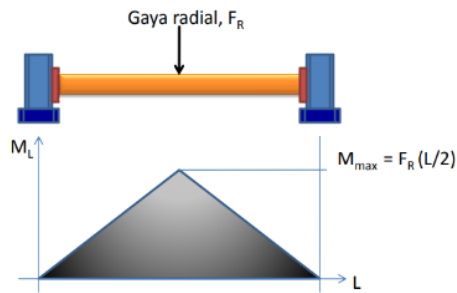
$$\begin{aligned}
 \theta &= \frac{TL}{GJ} \\
 J &= \frac{260,893 \cdot 400}{8300 \times 0,56} \\
 &= 22,452 \text{ kg}\cdot\text{mm}
 \end{aligned}$$

Selain batang mengalami deformasi dan terpuntir sejauh θ , batang yang terkena beban puntir akan mengalami tegangan. Tegangan karena beban puntir ini termasuk tegangan geser. Tegangan geser ini mulai dari angka nol pada sumbu utama dan semakin besar dengan bertambahnya jari-jari batang. Tegangan geser maksimum terjadi pada jari-jari terluar. Tegangan geser poros dapat dihitung sebagai:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3 \\
 \tau &= \frac{16 \times T}{\pi \times d^3} \\
 &= \frac{16 \times 260,89}{3,14 \times 19^3} \\
 &= 0,94 \text{ kg}/\text{mm}^2.
 \end{aligned}$$

Gaya radial statik yang terjadi pada poros disebabkan oleh berat poros tersebut. Gaya yang bekerja tegak lurus dengan sumbu adalah gaya radial seperti pada Gambar 4. Untuk mendapatkan distribusi momen lentur maka dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}
 M_L &= F_R \times L \\
 &= 24,65 \times 10^7 \text{ kg/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \\
 &= 98,6 \times 10^9 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Gaya Radial pada poros

Momen inersia (I) untuk penampang lingkaran poros, adalah:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\
 &= \frac{3,14 \cdot 130321}{64} \\
 &= 6393,87 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga besaran tegangan normal akibat momen lentur, adalah:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{M_L \cdot c}{I} \\
 &= \frac{98,6 \times 10^9 \cdot 12,5}{19165} \\
 &= 64 \times 10^6 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya tegangan normal akan mencapai harga maksimum di bagian permukaan ($c = \text{maks}$) dan besarnya adalah:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{32 \cdot M_L}{\pi \cdot d^3} \\
 &= \frac{32 \cdot 98,6 \times 10^9}{3,14 \cdot 15625} \\
 &= 64 \times 10^5 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Distribusi tegangan normal pada poros

Setelah menghitung karakteristik poros yang digunakan pada mesin penghancur limbah organik ini, bahan poros yang digunakan adalah jenis S45C dengan spesifikasi tegangan tarik pabrikan sebesar 569 MPa atau 58 kg/mm². Diameter poros 19 mm yang dianalisa adalah posisi tumpuan dengan panjang total poros 400 mm. putaran yang ditransmisi dari motor dan diterima poros sebesar 560 Rpm, puntiran yang diterima sebesar 2609 kg.mm.

Setelah putaran yang diterima poros telah direduksi dari putaran 1400 rpm menjadi 560 rpm, kemudian beban kerja yang diterima poros relatif beban sedang

karena putaran yang tidak memiliki hentakan dari limbah organik (sayur-sayuran limbah pasar). Kekuatan poros juga akan ditentukan oleh kerja pisau penghancur yang dipasang pada pipa selubung yang melekat pada poros utama.

Hasil analisa poros dengan mempertimbangkan factor keamanan, factor koreksi dan putaran poros, maka poros dapat bekerja dengan baik dan aman.

Kesimpulan

Langkah perencanaan poros dapat dihitung dan dianalisa dengan memperhatikan proses pembebanan pada poros itu sendiri dan juga menentukan putaran yang bekerja pada poros setelah transmisi putaran dari motor penggerak. Analisa dan perhitungan tersebut setelah dihitung dapat ditabelkan sebagai spesifikasi kerja poros yang digunakan pada mesin penghancur limbah organik.

Pengukuran atau merencanakan komponen lain pada rancangan ini dengan menentukan motor listrik sebagai penggerak berdaya 1 HP (0,746 kW), kemudian menggunakan transmisi puli dan sabuk dengan perbandingan putaran rasio 2,5 (mereduksi putaran motor 1400 Rpm menjadi putaran 560 rpm), hal ini untuk menghasilkan putaran yang relative tidak terlalu kencang sehingga penggunaan poros utama pada mesin penghancur sampah organik ini dapat bekerja normal dan aman dengan meredam hentakan yang terjadi pada proses penghancuran sampah organik.

References

- Amstead BH, Ostwald F. Phillip, 1995. Teknologi Mekanik. Penerbit Erlangga, Jakarta
- E.P. Popov, (1984) Mekanika Teknik, Erlangga Jakarta
- E. Shigley Joseph, (1999) Perencanaan Teknik Mesin, Erlangga Jakarta
- Hari Amanto dan Daryanto, (1999). Ilmu Bahan. Erlangga Jakarta
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2003, Revisi Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 – 3242 -1994 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman, Jakarta
- G. Niemann.,(1999), Elemen Mesin, Jilid 1, Edisi Kedua, alih bahasa: Anton Budiman., Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sularso, Kiyohatsu Suga, (2002) Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Pradnya Paramita Jakarta
- Tata Surdia dan Shindroku Saito, (1999). Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita, Jakarta
- Teguh Wikan Widodo, (2009) Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas, BPPM Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Serpong
- Taufik Hidayah, (2016), Perancangan dan Pembuatan Pencetak Briket dari Bahan Serbuk Kayu, Universitas Jember
- Waryono, dkk (2012), Analisa Media Pendingin Kapur Pada Proses Tempering Terhadap Sifat Fisis Pada Poros S 45 C, Jurnal Sintek Vol 7 No. 2 Universitas Muhammadiyah, Jakarta

Pembuatan Sistem Wiper Otomatis pada Kendaraan Menggunakan Aplikasi Arduino Uno

Abubakar Dabet^{1*}, Jumadi¹, Muhammad Iqbal A.P²

¹Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

*Corresponding Author: abubakar@unimal.ac.id, +62 85261569053

Abstrak – Sistem wiper konvensional saat ini masih sepenuhnya dikendalikan secara manual oleh pengemudi untuk mengatur kecepatan wiper berdasarkan intensitas air di kaca kendaraan. Salah satu inovasi yang dapat membantu pengemudi untuk lebih nyaman berkendara yaitu dengan menambahkan mode otomatis pada sistem wiper. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat sistem wiper untuk kendaraan ringan yang lebih praktis dan menguji kelayakannya. Jenis Penelitian yang digunakan adalah pre-eksperimental design dengan teknik pengumpulan data berupa angket yang memiliki dua aspek yaitu ergonomi dan teknis, dengan hasil dari uji kelayakan mencapai 92% untuk aspek ergonomi dan 92% untuk aspek teknis. Berdasarkan hasil uji kelayakan dua aspek tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem wiper otomatis ini termasuk kategori sangat layak berdasarkan kategori dari 92% sistem wiper ini dirancang untuk mempermudah pengemudi, dan pengujian kinerja sudah mencapai semua pengkondisian wiper.

Kata kunci: Sistem, Wiper, Otomatis, Arduino Uno.

1 Pendahuluan

Kendaraan bermotor telah menjadi kebutuhan primer bagi sebagian besar masyarakat Indonesia untuk mendukung berbagai aktifitas yang dilakukan. Dengan menggunakan mobil akan bisa melakukan perjalanan dengan nyaman, namun resiko menggunakan mobil bisa terkena macet ketika perjalanan pada musim penghujan datang. Para pengemudi mobil dilindungi kabin mobil, sabuk pengaman dan wiper sebagai penghapus air hujan yang ada di bagian kaca depan maupun belakang untuk melihat pandangan depan atau belakang.

Belakangan ini banyak sekali inovasi yang dikembangkan pada kendaraan bermotor, khususnya mobil. "Inovasi-inovasi tersebut terjadi pada semua sistem pada kendaraan bermotor, mulai dari mesin, interior, eksterior, kaki-kaki, maupun aksesoris"[17]. Salah satu inovasi yang dapat membantu pengemudi untuk lebih nyaman dalam berkendara pada kondisi hujan adalah dengan menambahkan mode otomatis pada sistem wiper.

Sistem wiper merupakan salah satu komponen pada kendaraan yang berfungsi untuk menyapu air hujan, salju, lumpur, oli dan benda – benda lain yang dapat menempel di kaca kendaraan agar pandangan pengemudi tidak terhalang saat berkendara. Maka dari itu, wiper memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang keselamatan berkendara. Namun, sistem wiper konvensional yang berkembang pada kebanyakan mobil saat ini masih sepenuhnya dikendalikan secara manual oleh pengemudi untuk mengatur kecepatan wiper berdasarkan intensitas air di kaca kendaraan [5].

Menurut [1] kemajuan industri otomotif saat ini sangat tergantung pada sensor di dalam kendaraan yang digunakan, hal tersebut dianggap sebagai komponen penting dari kendaraan apapun terlepas dari kelasnya". Seiring dengan hal tersebut, mode otomatis pada sistem wiper dapat diwujudkan dengan menggunakan sensor yang dapat mendeteksi kondisi intensitas air hujan pada kaca kendaraan. Disamping itu, dibutuhkan juga sebuah pengendali otomatis yang berupa mikrokontroler, salah satunya Arduino Uno.

Arduino merupakan salah satu sistem *mikrokontroler* yang berbasis *open source*. Istilah arduino dapat dibagi menjadi dua sistem yaitu *hardware* dan *software*. Dengan sistem *open source* baik pada *hardware* maupun *software* nya ini dikarenakan terlalu banyak perintah yang harus diterjemahkan dalam bahasa tingkat tinggi tersebut. Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berbasis *open source* dapat mempercepat perkembangan bahasa pemrograman tersebut. Salah satu peneliti yang menerapkan sistem mikrokontroler dan Arduino untuk mengerjakan pekerjaan secara otomatis yang telah banyak dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tentang sistem menggunakan arduino salah satunya melakukan perancangan alat pembersih kaca secara otomatis pada gedung bertingkat, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem alat pembersih secara otomatis dapat membersihkan kaca [4]. Kemudian menurut [5] dengan sistem kendali Arduino yang dilengkapi sensor hujan, dari penelitian ini dilakukan pengujian dengan simulator hujan. Hasil penelitian para ahli menunjukkan nilai 92,5% untuk aspek ergonomi dan 91,6% untuk aspek teknis. Sehingga termasuk dalam kategori sangat layak.

Tujuan penelitian ini adalah " Pembuatan Sistem Wiper Otomatis pada Kendaraan dengan menggunakan Sistem Arduino Uno", yaitu *sistem wiper* yang mampu untuk bekerja secara otomatis dan menyesuaikan kondisi pengoperasian sesuai dengan kondisi curah hujan . *Sistem wiper* tersebut bekerja berdasarkan data yang dihasilkan oleh sensor air , Kemudian data tersebut diolah oleh *mikrokontroler* yang terdapat pada Arduino. Data yang telah diolah oleh arduino tersebut dikirimkan ke bagian *impuls* untuk mengaktifkan *motor servo* sehingga *sistem wiper* dapat bekerja sesuai data masukan dari sensor air tersebut.

2 Metode Penelitian

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Pendekatan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Jenis Penelitian yang digunakan adalah *pre-eksperimental design* yaitu desain penelitian yang belum merupakan eksperimen sungguh-sungguh karena masih terdapat variabel luar yang ikut berpengaruh terhadap terbentuknya variabel dependen (Sugiyono, 2015: 74). Sehingga hasil eksperimen yang berupa variabel dependen tersebut bukan semata-mata dipengaruhi oleh variabel independen, karena tidak adanya variabel kontrol dan sampel tidak dipilih secara random (Sugiyono, 2015: 74). Pendekatan yang akan diterapkan adalah *one shot case study*. Paradigma dalam penelitian eksperimen model ini dapat digambarkan sebagai berikut: Sumber: Sugiyono (2015:74)



Gambar 1. Model penelitian yang digunakan

Dimana:

X = Penambahan mode otomatis pada sistem wiper (variabel independen)

O = Kinerja sistem wiper otomatis (Variabel dependen)

2.2 Parameter Penelitian

Parameter pertama yang akan menjadi objek penelitian adalah aspek ergonomi. Istilah "ergonomi" berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain perancangan. (Rochman, et al., 2012: 2). Maka aspek ergonomi yang akan dinilai meliputi tingkat kemudahan dan kenyamanan dalam pengoperasian. Aspek kedua dari parameter uji kelayakan adalah aspek teknis, yaitu kelengkapan komponen dan kerja sistem berupa respon yang baik terhadap setiap perubahan variasi intensitas air yang diterima sensor hujan.

2.3 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah: Lem tembak, Tang, Timah, Alat sedot timah dan Solder. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Papan PCB (*Papan project*), Motor servo, Water sensor, Modul water sensor, Buzzer, Kabel USB, LCD dan Kabel jumper.

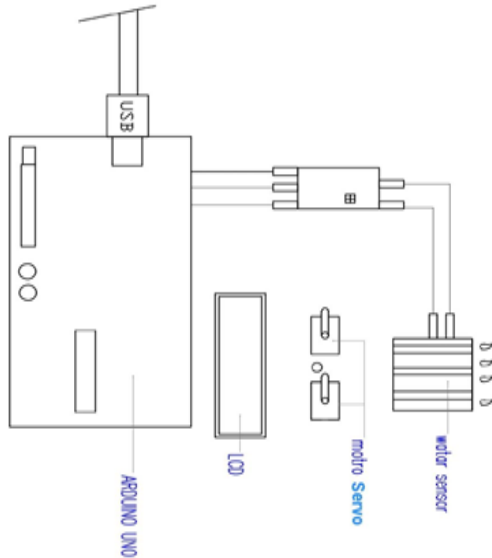


Gambar 2. Alat dan bahan yang digunakan

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur atau langkah-langkah yang akan ditempuh dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut: (1). Identifikasi potensi dan kendala, pada sistem wiper konvensional ditemui beberapa kendala dan kekurangan pada saat kondisi cuaca hujan, yaitu kurang praktis. Pengemudi harus mengoperasikan kecepatan gerakan *wiper blade* sesuai dengan intensitas curah hujan secara manual sehingga dapat mengganggu konsentrasi pengemudi saat berkendara. Dengan adanya penambahan mode otomatis pada sistem *wiper*, memungkinkan kenyamanan berkendara pengemudi pada saat hujan dapat ditingkatkan sehingga konsentrasi

mengemudi lebih terjaga; (2). Desain sistem *wiper* otomatis, dalam tahap ini ditentukan desain dan perancangan alat untuk menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, juga menentukan dimensi komponen yang akan digunakan. Desain alat peraga sistem *wiper* otomatis ini didesain menggunakan *autocad* seperti yang terlihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Desain sistem wiper otomatis

Pada sistem *wiper* ini akan mengimplementasikan rancangan sistem *wiper* otomatis yang sudah dibuat, yaitu dengan menambahkan sensor air sebagai pendeteksi intensitas curah hujan, dan *mikrokontroler* arduino sebagai pengendalinya; (3). Pembuatan Produk, tahap selanjutnya setelah tahap pembuatan desain, Semua komponen pada sistem *wiper* otomatis dirangkai sesuai dengan desain rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. Berikut tahapan pembuatan sistem wiper yaitu: sediakan alat yang di perlukan yaitu: Lem tembak, Tang, Timah, Alat sedot timah, dan *solder*. Kemudian sediakan bahan yaitu: Papan *project*, *Motor servo*, *Water sensor*, Buzer, Kabel USB, LCD, dan Kabel *jumper*. Kemudian ambil Arduino Uno beserta kabel jumper, lalu pasang kabel jumper ke kode Arduino Uno 0 x 27,16,2 yang di hubungkan ke LCD. Selanjutnya, pasang ke *buzzer* dengan kode 12 dan *water sensor* dengan kode A3 Lalu *motor servo* dengan kode 9. Setelah semua kabel jumper terhubung satu sama lain barulah di tempel kan satu persatu ke papan *project* dan di *solder*. Setelah itu, pasang kabel USB di arduino, lalu masukkan program dengan memberikan perintah sesuai kode yang sudah di hubungkan tadi, agar alat dapat bekerja sesuai perintah; (4). Uji kelayakan produk, proto type/produk yang telah dibuat tidak bisa dipakai langsung harus diuji coba dulu [15]. Di dalam uji coba produk terdapat uji kelayakan produk yang merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah produk layak atau tidak. Pengujian yang pertama adalah pengujian pada sensor hujan dengan cara memberikan air pada sensor dengan variasi intensitas air yang disimulasikan hampir mirip dengan kondisi gerimis,

hujan sedang dan hujan lebat Dimas [5]. Uji kelayakan produk juga dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk yang sudah dirancang tersebut dalam sebuah lembar atau instrumen penilaian. Adapun instrumen yang digunakan adalah berupa angket/kuesioner. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan kepada responden untuk dijawabnya [15]. Berikut adalah tabel kisi-kisi instrumen angket yang akan digunakan:

Tabel 1. Kisi-kisi instrument angket

Sub variabel	Nomor item instrumen
Aspek ergonomi	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
Aspek teknis	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10

Sistem penskoran yang digunakan adalah skala Likert angket uji kelayakan sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 2 [15].

Tabel 2. Skala likert angket uji kelayakan

Pilihan	Skor
Sangat setuju	5
Setuju	4
Ragu-ragu	3
Tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

Setelah data penilaian dari para ahli diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis data uji kelayakan untuk menentukan apakah produk yang dibuat sudah dapat digunakan atau belum. Untuk mengukur uji kelayakan produk alat peraga sistem wiper otomatis, digunakan teknik analisis data sebagai berikut [15]:

$$P = \frac{\sum x}{\sum y} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

P = persentase penilaian (%)

$\sum x$ = jumlah skor jawaban penilaian oleh ahli

$\sum y$ = jumlah pertanyaan

Berdasarkan presentasi yang dihasilkan dapat diketahui kelayakan sistem wiper otomatis. Berikut pada tabel 3 di bawah ini dicantumkan konversi presentase yang dihasilkan:

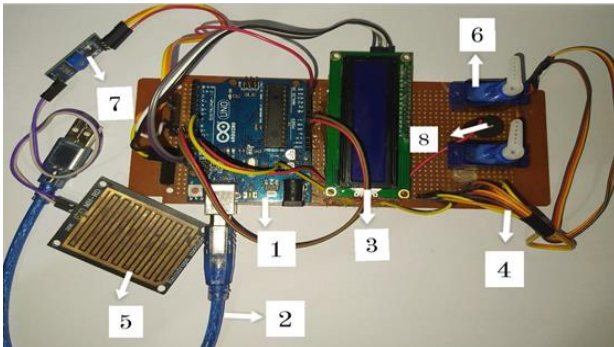
Tabel 3. Skala persentase penilaian

Bobot	Persentase penilaian (%)	Keterangan
4	76-100	Sangat Layak
3	51-75	Layak
2	26-50	Kurang Layak
1	0-25	Tidak Layak

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa penelitian dikatakan valid apabila hasil analisis data uji kelayakan produk dari para ahli mencapai presentase 51%, baru dapat dikatakan media tersebut "Layak".

3 Hasil dan Pembahasan

Sistem *wiper* otomatis ini dibuat untuk memudahkan pengemudi untuk berkendara pada cuaca yang tidak menentu. Konsep yang diterapkan pada sistem wiper otomatis ini adalah menambahkan sensor air hujan sebagai pendeteksi air hujan dan mikrokontroler yang berupa Arduino Uno sebagai pengendali sistem. Untuk memudahkan proses pengujian, sistem wiper otomatis ini dibuat menjadi sebuah alat peraga yang dilengkapi dengan sensor air hujan. Berikut merupakan gambar alat yang telah dibuat :



Gambar 4. Alat sistem wiper

Keterangan gambar :

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Arduino Uno R3 | 5. Water sensor |
| 2. Kabel USB | 6. Motor Servo |
| 3. LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) | 7. Modul Water Sensor |
| 4. Kabel Jumper | 8. Buzzer |

3.1 Prinsip Kerja

Prinsip Kerja dari sistem wiper otomatis ini yaitu Setelah Pembuatan sistem wiper tersebut, yaitu:

1. langkah awal masukkan program ke dalam Arduino uno sesuai yang ingin di perintahkan melalui Arduino IDE.
2. Kemudian pasang kabel USB ke laptop yang sudah tersedia software Arduino di dalamnya
3. Setelah di masukkan kabel USB, lampu di arduino akan menyala dan LCD (*Liquid Cristal Display*) juga langsung menyala dan memberikan informasi bahwa sedang tidak ada hujan.
4. Lalu semprotkan air ke water sensor tersebut dan modul water sensor memberikan informasi kepada Arduino nya, jika air tersebut sedikit maka tampilan dari LCD (*Liquid Cristal Display*) akan menampilkan kondisi hujan "gerimis" dan motor servo bergerak lambat serta diikuti oleh suara buzzer sebagai alarm bahwa motor servo bergerak.
5. Setelah itu jika di semprotkan air pada water sensor lebih banyak lagi, maka modul water sensor memberikan informasi kepada Arduino nya, dan ditampilkan pada LCD (*Liquid Cristal Display*) bahwa kondisi hujan dalam keadaan " Sedang" maka motor servo akan bergerak lebih cepat sedikit atau sedang dan diikuti juga dengan suara *buzzer*.

6. Kemudian ketika kita semprotkan air yang begitu banyak pada water sensor, maka di tampilan LCD (*Liquid Cristal Display*) akan menampilkan informasi bahwa hujan dalam kondisi "Lebat" dan motor servo bergerak sangat cepat di sertai juga dengan suara *buzzer*.
7. Lalu apabila kita menghapus air pada water sensor tersebut maka modul water sensor akan meneruskan informasi kepada arduino dan kemudian keluar informasi pada tampilan LCD (*Liquid Cristal Display*) bahwa dalam kondisi tidak ada hujan. Semua di kendalikan melalui perintah yang sudah di programkan di arduino tersebut, berikut program nya yaitu:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int Buzzer = 12;
int pos;
int data;
int pinSensor = A3;
int nilai = 0;

void setup(){
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  myservo.attach(9);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.clear(); //Menghapus kata pada lcd
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("WIPER");//Menuliskan kata pada lcd
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("170750010");
  delay(5000); //Jeda 5 detik untuk menampilkan waktu }

void loop(){
  nilai=analogRead(A3);
  Serial.print(data); //Analog input (dst.....)
```

3.2 Data Validasi Kelayakan

Aspek yang dinilai pada validasi kelayakan ini ada 2 aspek yaitu :

1. Aspek ergonomi yang akan dinilai meliputi tingkat kemudahan dan kenyamanan dalam pengoperasian.
2. Aspek kedua dari parameter uji kelayakan adalah aspek teknis, yaitu kelengkapan komponen dan kerja sistem berupa respon yang baik terhadap setiap perubahan variasi intensitas air yang diterima sensor hujan.

Validasi uji kelayakan dilakukan untuk memperoleh masukan tentang alat yang dirancang. Validasi uji

kelayakan dilakukan pada tanggal 19 Mei 2021 pukul 09.20 s/d 10.00 WIB. Validasi media dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Vokasional Teknik Mesin. Hasil masukan tersebut digunakan untuk merevisi melihat apakah alat tersebut layak atau tidak. Validasi tersebut dilakukan secara pengukuran langsung. Berdasarkan hasil skor penilaian oleh ahli media terhadap media yang sudah dibuat juga termasuk memperoleh skor dengan presentase yang baik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hasil validasi oleh para ahli menunjukkan sistem wiper untuk kendaraan ringan ini termasuk kategori baik. Hasil validasi tiap item oleh para ahli diperoleh data dari angket uji kelayakan yang di isi oleh responden, yakni Dosen ahli di bidang Kelistrikan Otomotif. Setiap sub aspek memiliki skor maksimal 5 dan minimal 1 untuk setiap responden kemudian skor dari kedua responden dijumlahkan untuk memperoleh skor total setiap sub aspek. Dari skor total setiap sub aspek, semuanya dijumlahkan untuk memperoleh skor akhir. Skor akhir yang dicapai oleh sistem wiper otomatis ini dalam uji kelayakan aspek Ergonomi adalah 92 dengan rata-rata setiap sub aspek adalah 9,2.

Data yang diperoleh pada tabel di atas diambil dari angket uji kelayakan yang di isi oleh responden, yakni Dosen ahli di bidang Kelistrikan Otomotif. Setiap sub aspek memiliki skor maksimal 5 dan minimal 1 untuk setiap responden kemudian skor dari kedua responden dijumlahkan untuk memperoleh skor total setiap sub aspek. Dari skor total setiap sub aspek, semuanya dijumlahkan untuk memperoleh skor akhir. Skor akhir yang dicapai oleh sistem wiper otomatis ini dalam uji kelayakan aspek Teknis adalah 92 dengan rata-rata skor setiap sub aspek adalah 9,2.

3.3 Analisis Data Hasil Uji Kelayakan

Pengujian tingkat kelayakan didasarkan pada aspek-aspek yang ada yaitu aspek ergonomi dan aspek teknis, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan persentase. Hasil analisis data uji kelayakan alat pada ahli dapat diketahui bahwa nilai tiap indikator sebagian besar berada di atas batas minimum kategori sangat layak (92%). Nilai persentase rata-rata dari tiap aspek berada diatas batas minimal kategori sangat layak (>76%), sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem wiper otomatis dilihat dari aspek ergonomi dan aspek teknis sudah layak digunakan. Antara kategori aspek ergonomi dan aspek teknis memiliki persentase yang sama yaitu 92%.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang sistem wiper untuk kendaraan ringan yang telah peneliti lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem *wiper* otomatis ini di rancang untuk mempermudah pengemudi agar dapat mengemudi

kendaraan secara otomatis menyesuaikan dengan kondisi pengoperasian yang dibutuhkan berdasarkan variasi intensitas air hujan yang dibaca oleh sensor hujan.

2. Sistem *wiper* otomatis sudah layak untuk diterapkan pada kendaraan. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji kelayakan oleh para pakar/ahli di bidang kelistrikan otomotif dengan nilai mencapai 92% untuk aspek ergonomi dan 92% untuk aspek teknis. sehingga termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan.
3. Sedangkan pengujian kinerja yang dilakukan oleh peneliti, alat ini mampu mencapai parameter-parameter pengujian yang telah ditentukan yaitu aspek ergonomi dan aspek teknis sehingga mampu mencakup semua kondisi pengoperasian pada sistem wiper.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Rifanida atas kerja keras dan *sharing* data dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Abdelhamid, S. Hossam, S. Hassanein, dan Glen Takahara, *Kendaraan Sebagai Sensor Seluler*, Procedia Ilmu Komputer, Jakarta, 2014.
- [2] Budiharto, W., *Menguasai Pemrograman Arduino dan Robot*, CV. Pusat e-Technology, Jakarta, 2020.
- [3] Buntarto, *Sistem Kelistrikan Pada Mobil*, Cetakan Pertama, Pustaka Baru Press, Yogyakarta, 2015.
- [4] Clara, B. S. P., *Perancangan Alat Pembersih Kaca Menggunakan Motor Servo Dengan Arduino Uno*, Skripsi, Universitas Sumatra Utara, Medan, 2020.
- [5] Dimas, A. S., *Rancang Bangun Prototype System Wiper Otomatis Menggunakan Sensor Air Terkontrol Arduino Disimulasikan Dengan Simulator Air Hujan*, Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2020.
- [6] Drajat, M. A. S., *Pengaruh Rain Sensor FR-04 Terhadap Wiper Otomatis Berbasis Mikrokontroler*, Jurnal Teknik Otomotif dan Mesin, Volume 2 (2021) 31-40.
- [7] Dodi, E. A., *Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang*, Jurnal Setrum, Volume 3, No 2 (2014) 46-49.
- [8] Dwi, N. S., *Sistem Wiper dan Washer Nissan Serena*, Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2011.
- [9] Junaidi dan Yulian Dwi Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*, CV. Anugrah Utama Raharja, Bandar Lampung, 2018.
- [10] Muzakir, T., *Pengontrolan Tirai Otomatis dengan Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno R3*, Skripsi, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, 2019.
- [11] Nusyirwan, D, Dudikof, M. A, dan Perwira, P., *Penyaringan Air Keruh Menggunakan Sensor LDR dan Bluetooth HC-05 Sebagai Media Pengontrolan Guna Meningkatkan Mutu Kebersihan Air di Sekolah*, Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat, Volume 3, No.1 (2019) 37-46
- [12] Oby, Z., *Jagoan Arduino*, Indobot Robotic Center, Yogyakarta, 2018.
- [13] Rochman, T., Astuti, R. D., dan Setyawan, F. D., *Perancangan Ulang Fasilitas Fisik Kerja Operator di Stasiun Penjili dan pada Industri Percetakan Berdasarkan Prinsip Ergonomi*, PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri 11(1) (2012) 1-8.

- [14] Santoso, H., *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*, Elang Sakti, Trenggalek, 2015.
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Cetakan ke-22, Alfabeta, Bandung, 2015.
- [16] Setiono, Y., *Sistem Wiper dan Washer Toyota Kijang Innova ITR-FE*, Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2015.
- [17] Sriyanto, J., *Identifikasi Materi Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Lanjut, JPTK*, Volume 19, No. 2, 2010.
- [18] Syam, R., *Dasar Dasar Teknik Sensor*, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makasar, 2013.
- [19] Yusuf, K., *Perancangan Alat Pengukur Debit Air Berbasis Arduino Uno sebagai Antisipasi Pemborosan Air di Sektor Pertanian*, Skripsi, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, 2019.
- [20] Widjanarko, D., *Media Pembelajaran Kelistrikan Otomotif*, Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2012.

PENGARUH VARIASI PANJANG NOZZLE DAN TINGGI LEVEL AIR TERHADAP EFISIENSI JET PUMP

Suryadi*

*Universitas Malikussaleh, Aceh - Indonesia

* suryadi80@unimal.ac.id, +62 85228557636

Abstract – Sumur ataupun tempat penampungan air tanah dalam skala rumah tangga secara umum membutuhkan alat yang efektif untuk mengangkat debit air yang banyak, masalah yang sering muncul adalah cara mengangkat air dari sumur bagi daerah yang sumurnya dalam untuk itu diperlukan pompa yang bertujuan untuk mengalirkan fluida dari sumur ataupun ke tempat penampungan air tanah menuju ke rumah masing-masing. Kinerja pompa dibatasi oleh tinggi tekan (head) untuk daya tertentu, dan efisiensi pompa juga dipengaruhi oleh tinggi level air. Dari permasalahan ini dikembangkan pompa jet atau sering dikenal “jet pump”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik jet pump dengan melakukan variasi terhadap tinggi level air, panjang nozzle dan menggunakan air sebagai fluida kerja. Tinggi level air yang divariasikan 0m, 0.5m, 1m dan 1.5m sedangkan panjang nozzle 33 mm, 39 mm dan 45mm. debit aliran sekunder meningkat seiring dengan peningkatan debit aliran primer pada variasi panjang nozzle. Panjang nozzle berpengaruh terhadap efisiensi jet pump. Semakin besar debit pada aliran primer maka efisiensi jet pump akan meningkat. Jet pump yang diletakkan di kedalaman 1,5 m memiliki efisiensi tertinggi dibandingkan dengan peletakan jet pump dengan kedalaman 0,5 m dan 1 m. Efisiensi tertinggi pada kedalaman 1,5 m yaitu sebesar 148,41 % dengan debit 2400 liter/jam.

Keywords: jet pump, tinggi level air, efisiensi, nozzle.

1 Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan utama bagi semua kehidupan. Manusia untuk keperluan sehari-hari tak dapat terelakkan dari kebutuhan akan air. Banyak di daerah terpencil atau pedesaan yang sekarang ini masih kekurangan air bersih. Baik di kota maupun di pedesaan air bersih diperoleh dari sumber-sumber air, baik itu langsung dari sungai ataupun air tanah. Sangat sulit mendapatkan air di daerah yang memiliki kedalaman air tanah yang tidak terjangkau oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan kedalaman permukaan air yang diperoleh pada dataran tinggi, dataran rendah, kondisi musim penghujan, ataupun musim kemarau berbeda-beda. Mengatasi masalah ini, masyarakat menggunakan alat berupa pompa untuk memompa air tanah agar mempermudah menaikkan air.

Pompa adalah jenis mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain menggunakan pipa. Fluida yang dipindahkan oleh pompa adalah fluida incompressible. Selain digunakan untuk

mengangkat air dari sumur, pompa juga bisa digunakan untuk menaikkan fluida ke sebuah reservoir, pengairan, maupun pengisi ketel. Sedangkan dalam pelaksanaan operasinya pompa dapat bekerja secara tunggal, seri dan paralel. Adapun tingkat kritis tinggi angkat dari pengisapan pompa adalah sekitar 10 m. Dalam kebutuhan tertentu, tinggi angkat pompa tidak selalu 10 m, dikarenakan salah satu faktor yaitu letak geografis bangunan mempengaruhi tinggi angkat pompa tersebut. Dari berbagai jenis pompa, yang sesuai untuk kondisi yang demikian adalah centrifugal-jet pump. Pompa ini merupakan kombinasi pompa sentrifugal dan jet pump atau eduktor.

Jet pump adalah pompa yang mempunyai prinsip kerja dimana sebagian debit pompa yang keluar dikembalikan ke saluran isap. Sebagian debit dari pompa sentrifugal akan dikembalikan ke jet pump yang nantinya akan digunakan sebagai primary flow untuk mendorong fluida pada secondary flow ke atas.

2 Jet PUMP

Jet pump merupakan suatu pompa non positif

displacement dengan efek khusus yang dapat digunakan untuk memindahkan suatu fluida dengan memanfaatkan kevakuman nozzle, kevakuman tersebut dapat dicapai karena adanya fluida penggerak yang mengalir pada nozzle. Sebagian debit dari pompa sentrifugal akan dikembalikan ke jet pump yang nantinya akan digunakan sebagai primary flow untuk mendorong fluida pada secondary flow ke atas. Nozzle merupakan salah satu bagian utama yang perlu diperhatikan dan akan berpengaruh pada efisiensi jet pump. Fungsi nozzle secara umum adalah untuk meningkatkan kecepatan aliran fluida yang diikuti dengan penurunan tekanan.

Kecepatan aliran fluida yang meninggalkan nozzle semakin besar mengakibatkan terjadinya kevakuman pada ruang isap. Pada jet pump, ujung nozzle yang terjadi kevakuman dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan menghisap air. Hal ini akan menyebabkan air akan tersedot naik pada ruang isap. Dengan memanfaatkan ketinggian level air pada jet pump nantinya akan didapat perbedaan tekanan (Δp) antara tekanan disisi isap dengan tekanan hidrostatis pada fluida air seiring bertambahnya ketinggian pemasangan jet pump sehingga kemampuan mengangkat air pada jet pump akan semakin meningkat.

Bahtiar (2008), menyatakan efisiensi jet pump dipengaruhi oleh jarak peletakan ujung nozzle dan sisi masuk mixing throat. Efisiensi jet pump yang maksimum terjadi pada spasi nozzle-mixing 16 mm. Jadi efisiensi jet pump dipengaruhi oleh ukuran dan geometri nozzle dari jet pump. Peningkatan efisiensi jet pump terus dikembangkan untuk mendapatkan efisiensi, salah satunya melalui riset variasi tinggi level air terhadap efisiensi jet pump.

Prakeao, et al (2002), menyatakan efisiensi jet pump dipengaruhi oleh ratio diameter nozzle dan diameter mixing throat (d/D), jarak ujung nozzle masuk mixing-throat (l) dan panjang mixing throat (L_m).

2.1 Prinsip Kerja Jet Pump

Pada jet pump, fluida dialirkan melalui nozzle dimana arus mengecil karena perubahan penampang nozzle, diffuser yang membesar secara perlahan ditempatkan didekat mulut nozzle dalam ruang isap, karena kecepatan arus yang meninggalkan mulut nozzle bertambah besar maka tekanan dalam arus akan turun, demikian pula didalam ruang isap. Pada diffuser kecepatan berkurang sehingga tekanan naik kira-kira mendekati tekanan atmosfer (apabila fluida dibuang menuju atmosfer). Akibat kejadian tersebut maka tekanan dalam ruang isap juga menurun dibawah tekanan atmosfer, istilahnya terbentuk sedikit vakum yang menyebabkan zat cair dari bejana bawah tersedot naik kedalam ruang isap dan terjebak oleh arus fluida yang menyempit dari mulut nozzle.

Menurut Winoto (2000), efisiensi jet pump dipengaruhi oleh bentuk penampang nozzle. Dengan berbagai

penampang; segitiga, segiempat, dan lingkaran diperoleh efisiensi jet pump maksimum pada bentuk penampang lingkaran. Efisiensi jet pump sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi dari nozzle. Kecepatan aliran fluida yang meninggalkan nozzle semakin besar mengakibatkan terjadinya kevakuman pada ruang isap. Pada jet pump, ujung nozzle yang terjadi kevakuman dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan menghisap air yang menyebabkan air akan tersedot naik pada ruang isap. Dengan menambah panjang nozzle akan mengurangi kerugian gesek yang nantinya dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan menghisap air pada jet pump.

2.2 Karakteristik Jet Pump

Untuk mengetahui karakteristik dari jet pump dapat ditentukan dengan persamaan-persamaan dibawah ini :

Nilai rasio debit (M)

$$M = \frac{Q_2}{Q_1} \quad (1)$$

Nilai rasio head (N)

Head yang digunakan pada penelitian jet pump ini adalah head tekanan yaitu $\frac{p}{\gamma}$, rasio headnya menjadi

$$N = \frac{H_d - H_s}{H_i - H_d} = \frac{\frac{P_d}{\gamma} - \frac{P_s}{\gamma}}{\frac{P_i}{\gamma} - \frac{P_d}{\gamma}} = \frac{P_d - P_s}{P_i - P_d}$$

$$N = \frac{P_d - P_s}{P_i - P_d} \quad (2)$$

Nilai efisiensi jet pump

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} \times \frac{P_d - P_s}{P_i - P_d} = M \cdot N \quad (3)$$

dimana :

Q1 : Debit aliran primer (m³/s)

Q2 : Debit aliran sekunder (m³/s)

Pi : Tekanan aliran primer (N/m²)

Pd : Tekanan aliran keluar jet pump (N/m²)

Umumnya efisiensi jet pump dipengaruhi oleh rasio debit dan rasio head. Kedua hal tersebut dipengaruhi oleh adanya tekanan pada daerah suction chamber yang rendah. Tekanan ini dipengaruhi oleh adanya kecepatan aliran air keluar nozzle yang tinggi, dikarenakan tekanan berbanding terbalik dengan kecepatan.

Andi R.S., dkk, menyatakan bahwa semakin besar debit pada aliran primer maka efisiensi jet pump akan meningkat. Pada variasi tinggi level air yang mempunyai efisiensi yang optimum yaitu didapat dari hasil penelitian pada ketinggian 0,9 m dengan nilai efisiensi sebesar 22.567232 % dengan penggunaan debit 800 liter/jam. Pada variasi level air yang mempunyai efisiensi yang minimum di dapat dari hasil penelitian pada ketinggian 0,3 m dengan nilai efisiensi sebesar 15.346573 % dengan penggunaan debit 600 liter/jam.

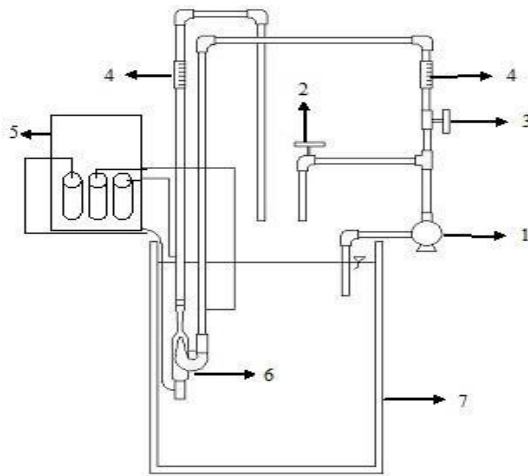
3 Metode EKSPERIMEN DAN PERALATAN YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini yang divariasikan adalah panjang nozzle dan tinggi level air untuk meningkatkan efisiensi

centrifugal jet pump dan untuk membuktikan bahwa panjang *nozzle* dan tinggi level air dapat mempengaruhi efisiensi *jet pump*. Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebasnya adalah
 - a. panjang *nozzle* 33 mm, 39 mm dan 45mm.
 - b. Tinggi level air 0m, 0,5 m, 1m, 1.5m.
2. Variabel terikatnya adalah efisiensi *jet pump*.
3. Variabel terkontrolnya adalah Debit aliran: 10; 15; 20; 25; 30, 35, 40 liter/menit.

Adapun instalasi penelitian dan variasi *nozzle* dan tinggi level air ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 1. Instalasi penelitian

Keterangan gambar :

1. Pompa sentrifugal
2. Katup pengaman (*safety valve*)
3. Katup debit (*control valve*)
4. *Flowmeter*
5. *Manometer*
6. *Jet pump*
7. Bak penampung

Tabel 1. Variasi matriks eksperimen dalam penelitian

Panjang <i>nozzle</i> (mm)	Debit air, Q (liter/min)							Tinggi level Air (m)
	10	15	20	25	30	35	40	
33	1	2	3	4	5	6	7	0,5
39	8	9	10	11	12	13	14	1
45	15	16	17	18	19	20	21	1,5

3.1. Prosedur Penelitian

Tahap pertama adalah menyiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus disiapkan adalah semua alat dan komponen – komponen yang telah diuraikan pada sub bahan dan peralatan penelitian. Setelah alat dan bahan telah lengkap, langkah selanjutnya adalah

perancangan alat penelitian, langkah – langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Pemeriksaan alat ukur debit aliran fluida dan pipa isap.
- Pemeriksaan *nozzle* dan katup isap.
- Pemeriksaan air.
- Pemeriksaan pompa.
- Pemeriksaan motor.
- Pemeriksaan alat bantu lain.
- Pemeriksaan instalasi / sistem perpipaan.
- Pada kondisi diatas kemudian divariasikan level air dan panjang *nozzle*

Setelah memvariasikan tinggi level air atau pemasangan salah satu *nozzle*, Untuk kondisi awal katup *suction* ditutup penuh dan katup *discharge* ditutup penuh. Lalu pompa dijalankan, sebelumnya posisi katup *suction* dibuka penuh dan bila pompa belum bekerja dilakukan pemancingan. - Selanjutnya setelah pompa bekerja katup *discharge* sampaikan mendapatkan debit aliran dari 10; 15; 20; 25; 30, 35, 40 liter/menit.

3.2. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data pengujian ini dilakukan dengan cara Mengamati tekanan pada sisi *discharge*, *suction* dan jet pump menggunakan manometer dengan variasi debit aliran seperti yang telah ditentukan.
- Mengukur tinggi permukaan air pada *nozzle* dan pada bak penampung.
- Pengambilan data dilakukan setiap 10 menit atau diasumsikan aliran sudah *steady*.

3.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika *deskriptif kuantitatif*. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2007:147).

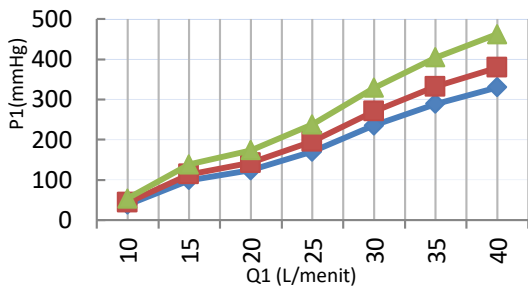
4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Debit Aliran

Debit aliran sekunder meningkat seiring dengan peningkatan debit aliran primer. Hal ini disebabkan semakin besarnya debit aliran primer maka pasokan air yang masuk semakin besar sehingga kecepatan air yang keluar *nozzle* akan semakin tinggi. Dengan kecepatan yang semakin tinggi tekanan pada daerah *suction chamber* akan semakin rendah sehingga kemampuan *jet pump* untuk menghisap air semakin besar, juga dapat dilihat seperti digambarkan pada gambar 2.

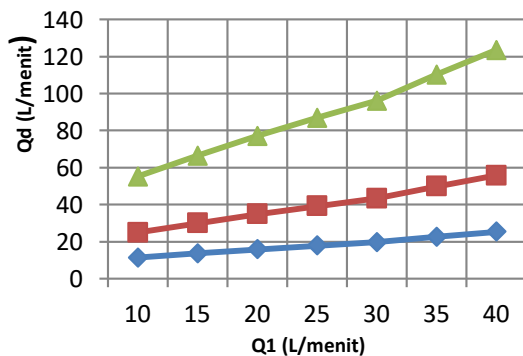
Debit aliran sekunder akan semakin meningkat seiring peletakan kedalaman yang divariasikan mulai 0.5 m, 1m, dan 1,5 m pada *jet pump* ditunjukkan Pada Gambar 3.

Hal ini menyebabkan kecepatan air yang keluar *nozzle* akan semakin tinggi besar, dimana semakin bertambahnya debit aliran primer yang masuk maka pasokan air yang masuk juga semakin besar. Dengan kecepatan yang semakin tinggi, tekanan pada daerah *suction chamber* akan semakin menurun yang dapat mengakibatkan kemampuan dari *jet pump* untuk menghisap air akan semakin besar dikarenakan terjadinya perbedaan tekanan tersebut.



Gambar 2. Grafik hubungan antara debit aliran primer dengan debit aliran sekunder

Fluida yang keluar dari *diffuser* mempunyai head tekanan yang semakin besar, disebabkan adanya penambahan luas penampang di daerah tersebut. Dengan adanya proses pencampuran air dari aliran primer dan aliran sekunder pada *mixing throat*, maka aliran fluida akan lebih stabil dan seragam. maka aliran yang keluar dari *diffuser* memiliki tekanan yang besar sesuai dengan fungsi *diffuser* yaitu meningkatkan tekanan dengan cara memperlambat kecepatan pada fluida yang mengalir di sekitar penampang tersebut

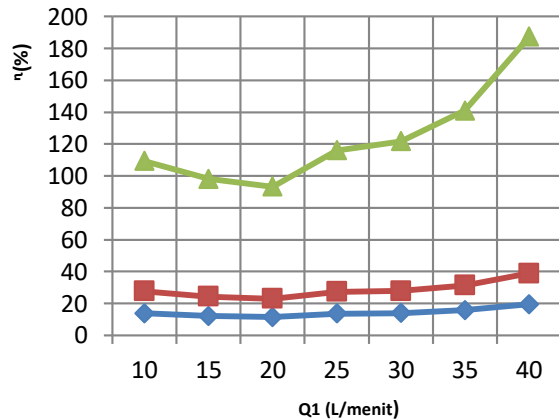


Gambar 3 : Grafik hubungan antara debit aliran primer dengan debit aliran sekunder dengan tinggi level air

4.2 Efisiensi

Dari gambar 4. menunjukkan bahwa *jet pump* yang diletakkan di kedalaman 1,5 m memiliki efisiensi tertinggi dibandingkan dengan peletakan *jet pump* dengan kedalaman 0,5 m dan 1 m. Efisiensi tertinggi pada kedalaman 1,5 m yaitu sebesar 148,41 % dengan debit 2400 liter/jam. Hal ini disebabkan adanya perbedaan

ketinggian (Δh) yang semakin besar sehingga tekanannya pun akan berbanding lurus dengan bertambahnya kedalaman pada pemasangan *jet pump* di penelitian tersebut. Dimana aliran yang masuk dari sisi isap tekanannya akan semakin kecil karena terjadi kevakuman di sisi isap sehingga tekanan yang dimiliki fluida air pada *reservoir* lebih besar seiring bertambahnya ketinggian antara permukaan air dengan pipa di sisi isap tersebut maka air akan mengalir seiring bertambahnya debit aliran primer yang di kondisikan. Dari hal tersebut, rasio head mencapai nilai maksimum sehingga efisiensi yang dihasilkan maksimum pula.



Gambar 4. Grafik hubungan antara Efisiensi dan debit aliran primer

Kecenderungan grafik tersebut meningkat karena pada debit yang bervariasi dari 10 liter/menit hingga debit 40 liter/menit berbanding lurus dengan kedalaman pemasangan *jet pump* dari 0.5 m sampai 1,5 m. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan ketinggian (Δh) yang semakin besar sehingga besarnya perbedaan tekanan (Δp) pun akan berbanding lurus dengan bertambahnya kedalaman pada pemasangan *jet pump* di penelitian tersebut. Dimana aliran yang masuk dari sisi isap tekanannya akan semakin kecil karena terjadi kevakuman di sisi isap sehingga tekanan yang dimiliki fluida air pada *reservoir* lebih besar seiring bertambahnya ketinggian antara permukaan air dengan pipa di sisi isap tersebut maka air akan mengalir seiring bertambahnya debit aliran primer yang di kondisikan.

Dari hal tersebut, rasio head mencapai nilai maksimum sehingga efisiensi yang dihasilkan maksimum pula. Untuk nilai efisiensi yang maksimum di dapat dari variasi ketinggian level air 1,5 m yaitu sebesar 148,41 % dengan debit 2400 liter/jam. Sedangkan efisiensi yang memiliki nilai minimum didapat pada kedalaman *jet pump* 0,5 meter dengan efisiensi 4,35 % dengan variasi debit 320 liter/jam.

5 KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah di kerjakan bahwa debit aliran sekunder meningkat seiring dengan

peningkatan debit aliran primer pada variasi panjang *nozzle*. Panjang *nozzle* berpengaruh terhadap efisiensi *jet pump*. Semakin besar debit pada aliran primer maka efisiensi *jet pump* akan meningkat. Jet pump yang diletakkan di kedalaman 1,5 m memiliki efisiensi tertinggi dibandingkan dengan peletakan *jet pump* dengan kedalaman 0,5 m dan 1 m. Efisiensi tertinggi pada kedalaman 1,5 m yaitu sebesar 148,41 % dengan debit 2400 liter/jam.

References

- [1] Bahtiar; 2008: Pengaruh jarak peletakan antara ujung *nozzle* dan sisi masuk mixing throat terhadap efisiensi *jet pump*; skripsi; Universitas Brawijaya, Malang.
- [2] Indarto; 2004: *Pengaruh variasi diameter nozzle terhadap tekanan hisap jet pump*; tugas akhir; Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [3] Karassik, I.J.; 1960: *Centrifugal Pumps Selection, Operation and Maintenance*; Mc, Graw Hill Book Company, New York.
- [4] Papanastasiou, Tasos. C.; 1993: *Applied Fluid Mechanics*; Prentice-Hall Inc, New Jersey
- [5] Prakeao, et al; 2002: *Numerical Prediction on the Optimum Mixing Throat Length for Drive Nozzle Position of the Central Jet Pump*; Tokai University; Japan.
- [6] Stepanoff, A.J.; 1957: *Centrifugal and Axial Flow Pumps*; Jhon Wiley & Sonc Inc.; New York.
- [7] Sularso; 1983: *Pompa dan Kompresor*; Pradnya paramitha; Jakarta.
- [8] Streeter, Victor L.; 1991: *Fluid Mechanics*; Second Edition; Mc Graw Hill; New York
- [9] White, Fank. M.; 1994: *Fluid Mechanics*; Mc Graw Hill Book Company, New York.

Pengaruh Lingkungan Korosif dan Beban Mekanis Terhadap Perilaku Korosi pada Material Stainless Steel AISI-304

Nurul Islami^{1*}, Muhammad Ihsan², Teuku Hafli³, Reza Putra¹, Muhammad¹

¹Department of Material Engineering, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

²Informatic Engineering, Universitas Gajah Putih, Aceh, Indonesia

³Department of Mechanical Engineering, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.

*Corresponding Author: nurulislami@animal.ac.id

Abstract – *Kajian ini mempresentasikan hubungan antara beban mekanis material Stainless Steel (SS) AISI 304 dengan kelakuan polarisasi. Lingkungan air laut buatan berupa 3.5% NaCl diasumsikan sebagai lingkungan korosif. Beban mekanis yang diaplikasikan adalah tegangan elastis pada spesimen C-Ring yang telah dipersiapkan. Hubungan antara nilai tegangan yang terjadi dan perilaku polarisasi direpresentasikan dalam kurva polarisasi dan laju korosi yang terjadi pada saat pengukuran. Korosi sumuran yang terjadi akibat adanya tegangan yang diberikan terhadap spesimen turut diperhatikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi dipengaruhi oleh tingkat tegangan yang diterima oleh material SS AISI-304. Semakin tinggi tegangan yang diterima, maka semakin laju polarisasi yang terjadi pada kawasan yang di ekspos. Sehingga berimpak pada tingginya jumlah korosi sumuran pada area kajian. Didapati beban mekanis memberikan pengaruh yang konsisten terhadap kemunculan korosi tegang retak (SCC) dengan nilai laju korosi maksimum 4.662 mm/yr pada beban 868.380 N dibandingkan 3.975 mm/yr ketika spesimen tidak mendapat beban mekanis. Namun melalui kecenderungan grafik yaitu -0.0005 mm/yrN menunjukkan beban mekanis tidak secara signifikan dalam mempengaruhi laju korosi secara mutlak.*

Keywords: *Corrosion Behavior, Polarization Curve, SS AISI-304, SCC*

1 Pendahuluan

Saat ini korosi telah menjadi permasalahan pada seluruh sektor industri di dunia. Kerugian akibat korosi dapat mencapai 5 persen dari GDP sebuah Negara. Pencegahan korosi dapat mengurangi besarnya kerugian akibat korosi. [1,2]

Dalam industri permesinan, korosi tidak hanya ditinjau dari faktor elektrokimia, tetapi juga faktor mekanis. Telah diketahui bahwa pembebanan mekanis memberikan pengaruh terhadap proses korosi seperti pengaruh tegangan-regangan, pengaruh panas dan pengelasan pada material tertentu [3-6]. Lingkungan korosif dengan beban mekanis dibawah tegangan luluh ataupun tegangan threshold untuk material tertentu dapat memicu terjadinya korosi, seperti korosi tegangan retak, korosi fatik dan korosi erosi, yang berujung pada kegagalan dini.

Pembebanan mekanis terjadi secara statis dan dinamis. Pembebanan statis dan dinamis menghasilkan internal stress dan residual stress pada material. Pada beban statik internal stress terjadi selama pembebanan dibawah titik deformasi plastis, dan residual stress terjadi bila material mengalami deformasi plastis. Internal stress pada suatu bahan juga dapat timbul akibat proses perlakuan panas seperti annealing, normalizing, hardening, tempering dan proses pengelasan[7]. Pembebanan dinamik dengan beban siklik dapat mengakibatkan kegagalan pada material yang dipengaruhi oleh lingkungan walaupun beban yang diterima jauh dibawah tegangan *threshold*.



Gambar 1. Korosi Sumuran material SS AISI-304 pada poros baling-baling kapal

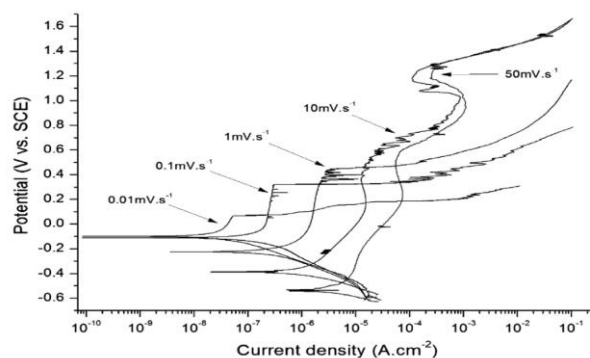
Pengukuran polarisasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung laju korosi secara cepat berdasarkan prinsip elektrokimia [8]. Beberapa penelitian telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk mempelajari fenomena polarisasi dalam pencegahan korosi, seperti memprediksi laju korosi yang dilakukan oleh [8], efek strain-hardening pada korosi retak-tegang[9], dan simulasi korosi menggunakan Metode Elemen Batas (BEM)[11]. Namun demikian tidak terdapat informasi yang spesifik terkait hubungan antara beban mekanis dan kurva polarisasi.

Beberapa variasi pembebanan mekanis telah diaplikasikan untuk mempelajari hubungan antara beban mekanis dan perilaku polarisasi. Perilaku polarisasi direpresentasikan dalam bentuk kurva polarisasi. Pembebanan mekanis berupa applied load digunakan untuk mempelajari hubungan antara beban yang bekerja dibawah tegangan luluh dengan perilaku polarisasi. Pembebanan mekanis yang menimbulkan residual stress turut digunakan untuk mempelajari hubungan antara internal stress dengan perilaku polarisasi.

2 Studi Literatur

2.1 Polarisasi Korosi

Polarisasi berlaku apabila arus positif dan arus negatif dalam suatu bahan berubah sedikit kedudukannya apabila mendapat perlakuan arus listrik. Fenomena polarisasi dapat dilihat melalui eksperimen yang menggunakan metode elektrokimia bagi mendapatkan kurva potensi listrik melawan densitas arus. grafik yang terbentuk memberikan perilaku polarisasi bahan baik itu polarisasi yang berlaku pasif maupun aktif. Perilaku polarisasi ini dipengaruhi oleh beberapa parameter utama seperti *swab rate* (A. Al Zaabi et al 2013). Gambar 2 menunjukkan pengaruh *swab rate* terhadap perilaku polarisasi. *Swab rate* yang mempengaruhi potensi *pitting* suatu bahan dan densitas arus listrik akan menyebabkan kegiatan polarisasi yang lebih lanjut seterusnya menyebabkan proses korosi yang semakin aktif.



Gambar 2. Pengaruh *swap rate* terhadap perilaku polarisasi

Reaksi polarisasi dapat diukur menggunakan Metode standar ASTM G5 dengan sel elektrokimia. Metode ini akan mendapatkan satu grafik yang dinamakan kurva polarisasi yang dapat dibentuk berdasarkan standard Metode Pengujian G5.

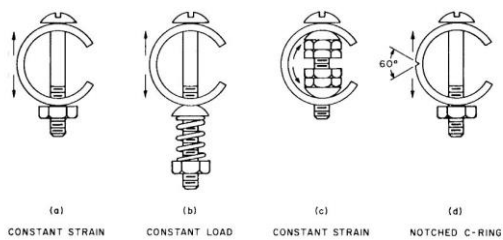
Menurut Y. Yi (2012) sel elektrokimia tersebut pada awalnya perlu ditetapkan dalam keadaan katoda agar udara yang tersedia tidak membentuk oksida permukaan. Untuk mengkaji pengaruh polarisasi keadaan tersebut perlu diselaraskan pada arah positif. A.A Sagues dan S.C Kranc (1995) menyatakan bagi mendapatkan reaksi polarisasi yang tepat, potensi ohm perlu dikontrol. Badea G.E (2010) menyatakan bahwa terdapat dua metode untuk mendapatkan laju korosi melalui pengukuran reaksi polarisasi, metode pertama ialah dengan menggunakan ekstrpolasi Tafel melalui potensi korosi yang dikenali sebagai metode Stern. Metode yang kedua ialah metode Stern dan Geary yang menggunakan aplikasi metode reaksi polarisasi. Dalam kajian ini, metode Stern yang digunakan bagi mengira laju korosi pada bahan. Metode Stern yang menggunakan ekstrapolasi Tafel juga sering diperbincangkan keputusannya, ini karena menurut H. Fitt dan D. Schweinsberg (2005) bahan yang digunakan dalam eksperimen mesti mengalami reaksi korosi yang sekata dan potensi korosi reaksi beranoda dan berkatoda perlu dikawal dalam penggiatan yang sempurna. F. Mansfeld (2005) turut menyatakan ketepatan ekstrapolasi Tafel juga sering didiskusikan apabila graf lengkung kurva polarisasi yang mengakibatkan rintangan polarisasi R_p diukur secara lurus ini karena R_p diukur menggunakan pendekatan melalui penyesuaian potensi korosi E_{corr} dan densitas arus korosi i_{corr}

2.2 Pengaruh Beban Mekanis

Beberapa kajian terdahulu yang meninjau pengaruh mekanis terhadap korosi membuktikan, korosi dipercepatkan setelah adanya pengaruh beban mekanis. Retakan yang didapati semakin cepat merebak disebabkan tegangan yang berlaku pengaruh dari beban mekanis yang diberikan kepada struktur (Jing Chao et al 2011). Suatu struktur yang terekspos kepada lingkungan

yang berupaya memberikan pengaruh mekanis terutamanya tegangan didapati mampu membentuk retakan pada struktur. Satu pipa yang terekspos kepada tegangan yang tinggi daripada lingkungan menunjukkan pembentukan lubang (*pitting*) pada permukaannya. Kajian yang terdahulu juga mempercayai sekiranya pipa tersebut lebih lama menerima tegangan daripada lingkungannya melebihi tempoh sepuluh tahun, pembentukan lubang dan retakan didapati lebih kentara (A. El-Amoush 2013).

Untuk melihat pengaruh korosi berbagai cara pembebanan yang sesuai beloh digunakan seperti metode lentur-U, metode cincin-C (*C-ring*). metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam kajian ilmiah ini ialah metode pembebanan cincin-C karena metode tersebut bersesuaian untuk spesimen uji yang berskala kecil. (J.Kim & J.Moon 2004).



Gambar 3. Berbagai metode pembebanan untuk spesimen C-Ring

Untuk memberikan tegangan terhadap cincin-C, beberapa metode dapat digunakan seperti dalam gambar 3. ASTM 38 telah menyatakan bahawa untuk mendapatkan metode yang paling tepat dalam memberikan tegangan terhadap cincin-C ialah dengan memastikan tegangan lilitan dan tolok terikan listrik dipasang pada permukaan cincin-C yang berada dalam keadaan tegang serta mengetatkan baut sehingga alat pengukur menunjukkan tegangan lilitan yang diinginkan.

2.3 Korosi Tegangan Retak (SCC)

Untuk memastikan fenomena tegangan korosi retak (SCC) dapat dilaksanakan mengikut apa yang telah ditetapkan oleh ASTM G-38 seperti mana yang telah dibincangkan. Spesimen cincin-C perlu dieksposkan kepada larutan yang mengandungi 10 wt% NaOH di dalam sebuah autoklaf (Jing Chao 2011). Menurut Y. Prawoto (2012), setelah cincin-C mendapat perlakuan pengaruh bebanan, ianya perlu direndamkan di dalam larutan korosif untuk beberapa jangka masa yang berbeda.

X.Sun,B.Zhang dan H.Lin (2013) menyatakan kerentanan korosi retak tegang (SCC) dapat dinilai menggunakan ujian laju korosi perlahan yang dijalankan dalam larutan 3.5% wt NaCl dan akuades. Dalam satu eksperimen menguji pengaruh korosi kepada bahan, rendaman dilakukan di dalam satu larutan acid (L.Wang,C.Du, dan Z.Liu 2013). Air laut sintetik yang terdiri daripada 2.45 wt% NaCl telah digunakan dalam

mengkaji pengaruh korosi justeru dalam kajian tersebut didapati air laut sintetik tersebut mampu mewujudkan lingkungan yang korosif dan permulaan terjadinya SCC mampu dipengaruhi pada pengujian yang dijalankan (S.Eto,Y.Miura dan J.Tani 2013).

A. Bueno, E.Moreire dan J. Gomes (2013) menyatakan bahawa kondisi yang paling mendekati lingkungan korosif yang sebenarnya ialah lingkungan yang kaya dengan klorida. Klorida ini mempengaruhi tingkah laku elektrokimia suatu lingkungan, ia juga menentukan pH larutan yang berreaksi dengan permukaan bahan eksperimen. Larutan alkali yang telah dipilih untuk mengujudkan lingkungan korosi mempunyai mekanisme yang berbeda dengan larutan acid, namun morfologi retakan yang berlaku mempengaruhi(Y.Prawoto 2012). Oleh itu larutan ber-acid digunakan untuk mendapatkan ketepatan eksperimen yang tinggi.

S.Elsariti (2013) menyatakan larutan ber-acid yang melibatkan ion klorida membuatkan kepekatan di lokasi tekanan dan membantu penghasilan retakan, kemudian dalam kajian ini larutan NaCl digunakan karena larutan jenis klorida ini berada di merata lingkungan yang korosif dan penggunaan larutan yang pekat adalah sesuai untuk mendapatkan hasil yang mendekati keadaan korosi di lingkungan sebenarnya. Dibandingkan menggunakan larutan beralkali bagi mengujudkan lingkungan yang korosif, larutan beralkali mempercepatkan waktu pengujian (Y.Prawoto 2012). Masa pengujian yang dipercepatkan menggunakan larutan beralkali ini tidak sesuai karena spesimen yang digunakan dalam pengujian terekspos kepada tekanan yang tinggi justeru penggunaan 3.5 % NaCl lebih mendekati hasil tersebut seperti yang dijelaskan di dalam ASTM G44.

3 Metode Penelitian

Baja tahan karat AISI 304 digunakan dalam kajian yang dilakukan. Bahan ini mempunyai ketahanan yang amat tinggi dan kekuatan yang dapat dipercayai. Ciri-ciri AISI 304 juga dapat dipercaya sebagai rujukan kepada baja tahan karat austenitik yang lain.

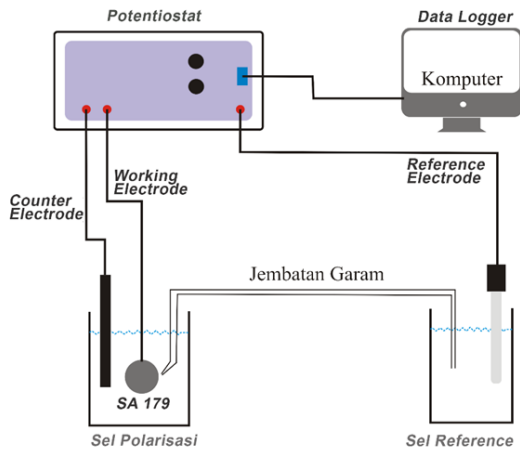
Lingkungan yang diinginkan adalah lingkungan yang mampu memberikan pengaruh maksimum seperti mana lingkungan yang ada di luar. Dalam kajian ini lingkungan laut adalah lingkungan yang ingin digunakan. Untuk itu, Natrium Klorida (NaCl) digunakan untuk meniru lingkungan air laut. Bahan direndam di dalam lingkungan ini untuk melihat hubungan pengaruh mekanis dan polarisasi terhadap fenomena korosi. Pemilihan NaCl ini juga berpandukan kepada standar ASTM G-44. Kajian ini menggunakan 3.5% NaCl untuk melihat fenomena korosi yang berlaku pada spesimen yang mendapat perlakuan tiga bebanan yang berbeda. Tiga lagi spesimen tidak direndam ke dalam larutan 3.5% NaCl sebagai data kontrol.

Pengukuran korosi secara elektrokimia telah dijelaskan, yang mana menerangkan tentang polarisasi

dan pengukuran polarisasi korosi. Untuk pelaksanaan pengukuran polarisasi di bawah pengaruh tegangan dan residual stress, diperlukan metode yang lain untuk memberikan beban strain dan residual stress pada benda uji. Untuk itu standard ASTM G-38 digunakan untuk pelaksanaan pengujian polarisasi korosi pada material dengan formasi C-Ring.

Merujuk kepada ASTM G-38, beberapa metode dapat digunakan bagi memberikan egangan C-Ring terhadap material SS AISI 304 seperti yang telah dijelaskan dalam Gambar 3.

Selanjutnya pengukuran polarisasi dilakukan mengikuti skema eksperimen yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Metode Pengukuran Polarisasi

Setelah pengukuran polarisasi, analisa korosi dilaksanakan menggunakan metode ekstrapolasi tafel berdasarkan kurva polarisasi dari hasil eksperimen yang telah dilakukan.

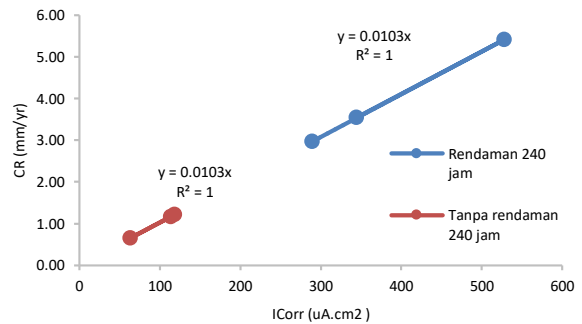
4 Hasil dan Pembahasan

Parameter yang diperhatikan memberi pengaruh yang signifikan terhadap perubahan laju korosi ialah I_{corr} , seperti mana yang dinyatakan di dalam Persamaan 1.

$$CR = K_1 \frac{i_{corr}}{\rho} EW \tag{1}$$

I_{corr} yang tinggi akan menyebabkan laju korosi juga akan semakin meningkat. Dengan kata lain, laju korosi berubah secara terus mengikut perubahan pada I_{corr} . Ini dapat dilihat melalui spesimen 2 bagi spesimen yang tidak mendapat rendaman selama 240 jam, walaupun hasil pengukuran E_{corr} spesimen tersebut adalah 0.371 V, berada pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan spesimen lain termasuk spesimen yang diperlakukan rendaman. namun, nilai tersebut tidak memberikan pengaruh terhadap laju korosi. Sebaliknya I_{corr} spesimen tersebut adalah yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang ada dan secara langsung laju korosi

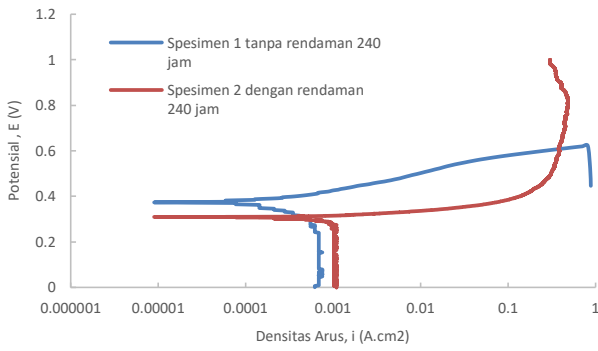
spesimen 2 tanpa rendaman 240 jam merupakan yang paling rendah dibandingkan laju korosi spesimen lainnya. Gambar 5 menunjukkan hubungan di antara I_{corr} dan laju korosi bagi spesimen SS AISI 304.



Gambar 5. Hubungan antara korosi (CR) dan kerapatan arus I_{corr}

Gambar 5 menunjukkan perkaitan di antara laju korosi baja SS AISI 304 yang mengalami rendaman dan tidak mengalami rendaman selama 240 jam terhadap densitas arus I_{corr} . Disebabkan pengujian menggunakan bahan yang sama kecenderungan di antara kedua – dua graf adalah sama itu 0.0103 (mm/yr)/($\mu A.cm^2$). Nilai positif pada kecenderungan membuktikan bahawa laju korosi berhubung lurus dengan densitas arus.

Daripada laju korosi tersebut juga, perilaku grafik pada kurva polarisasi dapat ditafsirkan dengan lebih baik. Didapati pembukaan kurva di antara polarisasi kawasan anodaa dan kawasan katodaa yang lebih besar menunjukkan bahan tersebut bersikap pasif terhadap korosi dan mampu menghalang proses korosi dengan lebih baik. Dibandingkan dengan pembukaan kurva yang rapat dan sempit, bahan tersebut didapati bersikap aktif terhadap korosi. Grafik kurva polarisasi juga dapat memberikan tafsiran berkenaan kurva kawasan katoda yang lebih tinggi menunjukkan bahan tersebut lebih kuat menghalang proses korosi. Sebaliknya kawasan anoda yang lebih landai dan pembelokan kurva ke kanan yang lebih panjang memberikan maksud bahan tersebut mudah mengalami proses korosi dan menerima dampak yang parah terhadap fenomena korosi yang berlaku. Perilaku ini paling baik ditunjukkan oleh spesimen 1 tanpa rendaman dan spesimen 2 dengan rendaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbedaan perilaku polarisasi pada bahan SS AISI 304

Tabel 1 menunjukkan laju korosi yang berlaku bagi setiap spesimen yang telah diberikan defleksi bagi melihat pengaruh beban mekanis terhadap polarisasi. Perlu

diingat untuk melihat perubahan laju korosi, parameter yang bertanggungjawab ialah densitas arus. Didapati pada ketika spesimen diberikan defleksi 0.3 mm laju korosi secara reratanya menunjukkan peningkatan dibandingkan laju korosi untuk baja tahan karat yang direndamkan dalam larutan tanpa bebanan yaitu 4.377 mm/yr dibandingkan 3.975 mm/yr. Walau bagaimanapun, spesimen yang mendapat defleksi 0.3 mm memberikan laju korosi yang terendah dibandingkan spesimen yang lain, laju korosi tersebut juga lebih rendah dibandingkan laju korosi yang berlaku pada spesimen yang tidak mendapatkan defleksi. Laju korosi bagi spesimen tanpa defleksi berada pada bacaan lebih daripada 2.9 mm/yr sedangkan untuk spesimen 2 defleksi 0.3 mm hanya mempunyai laju korosi 2.559 mm/yr.

Tabel 1 Laju korosi spesimen berdasarkan ekstrapolasi Tafel.

Sampel (Rendaman 240 Jam)	Defleksi (0.3 mm)			Defleksi (0.5 mm)			Defleksi (0.7 mm)		
	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	E_{corr} (V)	CR (mm/yr)	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	E_{corr} (V)	CR (mm/yr)	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	E_{corr} (V)	CR (mm/yr)
Spesimen 1	428.733	0.385	4.405	220.249	0.246	0.223	698.044	0.356	7.172
Spesimen 2	249.047	0.392	2.559	370.615	0.461	3.808	501.700	0.554	5.155
Spesimen 3	600.312	0.377	6.168	98.423	0.405	1.011	149.833	0.436	1.539
RERATA	426.030	0.385	4.377	229.762	0.371	1.681	449.859	0.449	4.622

Kenaikan laju korosi apabila diberikan defleksi juga dibuktikan setelah defleksi 0.7 mm diberikan kepada cincin-C. Laju korosi pada spesimen yang mendapat defleksi 0.7 mm tersebut menunjukkan nilai laju korosi yang paling tinggi yaitu 7.172 mm/yr dibandingkan lain-lain spesimen yang telah diuji. Secara rerata pula bacaan laju korosi yang berlaku pada defleksi 0.7 mm juga masih memberikan nilai yang paling tinggi yaitu 4.622 mm/yr dibandingkan laju korosi yang lainnya. Terdapat juga laju korosi yang rendah berlaku terhadap spesimen yang diberikan 0.7 mm yaitu spesimen 3 yang menunjukkan laju korosi pada 1.539 mm/yr.

Ke-tidak seragaman terhadap bacaan laju korosi yang berlaku untuk defleksi 0.3 mm dan 0.7 mm adalah disebabkan daripada dua alasan utama yaitu kemungkinan kebocoran semasa rendaman dan sensitiviti peralatan pengukur seperti mana yang telah dijelaskan sebelum ini. Berbeda pula laju korosi yang berlaku pada spesimen yang diberikan bebanan menggunakan defleksi 0.5 mm, laju korosi kajian tersebut menunjukkan kadar yang paling rendah sekali secara rerata dibandingkan spesimen yang mendapat defleksi 0.3 mm dan 0.7 mm yaitu hanya pada 1.681 mm/yr. Kadar tersebut juga didapati lebih rendah dibandingkan spesimen yang tidak mendapat perlakuan defleksi dan direndam dalam 3.5% NaCl selama 240 jam, untuk kasus tersebut laju korosi ialah 3.975 mm/yr. Laju korosi yang dicapai untuk bahan yang mendapat defleksi 0.5 mm

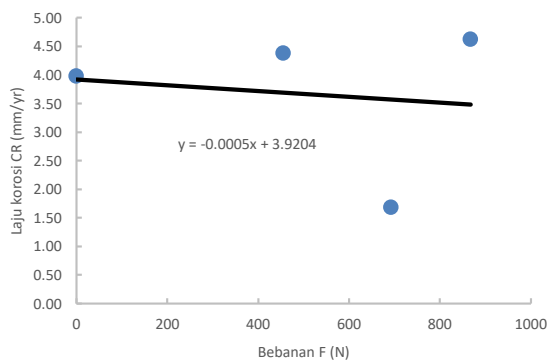
membenarkan kajian terdahulu berkenaan pengaruh beban mekanis terhadap laju korosi yaitu, pengaruh beban mekanis tidak memberikan pengaruh yang bermakna untuk laju korosi yang berlaku pada suatu bahan. Pada peringkat awal bebanan yang diberikan telah menyebabkan kerusakan kepada lapisan oksida dan memudahkan penyerangan korosi kepada bahan tersebut. Setelah itu kenaikan dalam pengaruh bebanan tidak memberikan perubahan kepada laju korosi.

Didapati juga pengaruh bebanan hanya akan bertindak setelah deformasi plastis, ini dapat diperhatikan apabila defleksi yang diberikan pada 0.7 mm, defleksi tersebut berhampiran pada kawasan plastis, maka laju korosi mengikat apabila daya atau pengaruh mekanis diberikan. Hakikatnya, tindakan mekanis membantu dalam membuka lapisan oksida bagi memudahkan reaksi korosi mengambil tempat. Dalam kajian ini, kaitan di antara pengaruh beban mekanis dan polarisasi masih dapat diperoleh hanya dengan satu bacaan. Tabel 3 menunjukkan laju korosi bagi bebanan yang berbeza. Bebanan diwakili dengan defleksi yang diberikan.

Tabel 2. Laju korosi bagi bebanan yang diberikan

Defleksi (mm)	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	CR (mm/yr)
0.0	386.850	3.975
0.3	426.030	4.377
0.5	229.762	1.681
0.7	449.859	4.622

Polarisasi dapat ditafsirkan berdasarkan kepada laju korosi yang dihitung menggunakan ekstrapolasi Tafel. Dengan grafik tersebut, dapat diperhatikan trend kurva pada mulanya meningkat dengan kadar yang perlahan sehingga bebanan 455.06 N, secara mendadak kurva menurun sehingga titik bebanan 692.478 N dan meningkat secara mendadak sehingga mencapai laju korosi yang maksimum yaitu 4.662 mm/yr. Dari segi sifat linearitas, laju korosi didapati menurun apabila bebanan ditambah, namun dapat diperhatikan bahwa taburan titik lebih padat di bahagian atas graf pada gambar 7 yang menunjukkan laju korosi yang tinggi dibandingkan hanya ada satu titik saja yang membawa maksud laju korosi yang rendah. Hal ini menunjukkan bebanan tidak memberikan pengaruh secara langsung kepada laju korosi dalam kawasan elastis suatu bahan. Dalam kajian terdahulu, pengaruh mekanis atau bebanan pada tahap yang tinggi berupaya menginisiasi retakan pada suatu bahan untuk mempercepatkan kegagalan bahan tapi bukan mempercepatkan laju korosi. Bahkan kenaikan dalam bebanan mekanis hanya berupaya mempercepatkan laju korosi SCC sahaja tetapi bukan laju korosi secara mutlak.



Gambar 7. Hubungan antara laju korosi dengan beban mekanis.

5 Kesimpulan

Kajian ini telah mendapati waktu rendaman 240 jam meningkatkan laju korosi dibandingkan kajian yang tidak mendapat rendaman. Didapati juga, lebih lama waktu rendaman, laju korosi juga meningkat bersama. Pengujian menunjukkan pengaruh beban mekanis tidak memberikan pengaruh mutlak terhadap laju korosi, walau bagaimanapun pengaruh mekanis memberikan pengaruh terhadap laju korosi SCC. Setelah hubungna antara antara laju korosi dan bebanan diplot, kecenderungan menunjukkan nilai negatif sedangkan taburan laju korosi paling banyak berada pada laju korosi yang tinggi. Daripada bentuk polarisasi yang terjadi untuk setiap spesimen defleksi yang paling besar menunjukkan ketahanan terhadap korosi yang rendah dan menerima pengaruh yang parah terhadap reaksi korosi.

References

- [1] Anonymous, Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States, Publication of NACE International, 2002
- [2] Sherbakov, S. Three Dimensional Stress-Strain State of a Pipe with Corrosion Damage Under Complex Loading., Tribology-Lubricant and Lubrication, Intech, 2011
- [3] Masaki Uekado, Yuji Kamei and Masanori Nakamura, Effect of Static Stress on High Temperature Corrosion Behavior of Boiler Tubes in Waste Incineration Environment, NACE International, 2000
- [4] S.P. Kumaresh Babu and S. Natarajan, High Temperature Corrosion and Characterization Studies in Flux Cored Arc Welded 2.25Cr-1Mo Power Plant Steel, Journal of Materials Engineering and Performance, Vol. 19, 2010
- [5] Firas M. F. Al-Quran, Hossam Ibrahim Al-Itawi, Effects of the Heat Treatment on Corrosion Resistance and Microhardness of Alloy Steel, European Journal of Scientific Research, Vol .39, 2010
- [6] G.E. Badea, A. Caraban, M. Sebesan, S. Dzitac, P. Cret, A. Setel., Polarisation Measurement used for Corrosion Rates Determination. Journal of Sustainable Energy, Vol. 1, 2010
- [7] Rashid, S., Islami, N., Ariffin, A. K., Ridha, M., & Fonna, S. (2015). Assessment of the Elastic Stress of 304 Stainless Steel Using Half-Cell Potential Measurement. In Advanced Materials Research (Vol. 1125, pp. 355-359). Trans Tech Publications Ltd.
- [8] T. Couvant, L.Legras, F. Vaillant, J.M.Boursier, Y. Rouillon, Effect of Strain-Hardening on Stress Corrosion Cracking of Aisi 304I Stainless Steel in PWR Primary Environment at 360°C, 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System, 2005
- [9] Taro Moteki, Kazuhiro Suga, Masanori Kikuchi., A Morphological and Numerical Characterization of FAC with Flow Properties at Near Metal Surface, 18th International Corrosion Congress (2011), Paper 515
- [10] Syarizal Fonna, M. Ridha, S. Huzni, Israr and A. K. Ariffin., Corrosion Analysis Considering Polarization Curve of Metal Using BEM. The 6th International Conference on Numerical Analysis in Engineering, 2009
- [11] Ayman Ababneh, Mashal Sheban, impact of mechanical loading on the corrosion of steel reinforcement in concrete structures, Material and Structures, 2011
- [12] Islami, N., Rashid, S., Ariffin, A. K., & Nuawi, M. Z. (2017). Stress corrosion damage on austenitic stainless steel in sodium chloride. International Journal of Automotive & Mechanical Engineering, 14(1).
- [13] Ihsan, M., Fonna, S., Islami, N., & Ariffin, A. K. (2021). Simulation of corrosion field measurement on reinforced concrete using BEM. Journal of Mechanical Engineering and Sciences, 15(2), 8072-8081.

KLASIFIKASI INFORMASI KESEHATAN PADA DATA MEDIA SOSIAL MENGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE DAN K-FOLD CROSS VALIDATION

Pauzi Ibrahim Nainggolan^{*}, Desta Sandya Prasvita², Dhani Syahputra Bukit³

¹Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

²Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia.

³Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

^{*}Corresponding Author: nainggolan@usu.ac.id

Abstract – Media sosial saat ini memberikan informasi yang mampu mempengaruhi masyarakat. Sehingga, kini media sosial memiliki peranan signifikan sebagai sumber rujukan yang baru oleh masyarakat. Informasi kesehatan merupakan informasi yang sering dicari oleh pengguna media sosial. Penderita penyakit mencari informasi melalui media sosial terlebih dahulu sebelum bertemu dengan tenaga kesehatan. Tetapi kebanyakan informasi tidak dapat dipastikan sebagai informasi yang sesuai. Kesalahan terkait informasi kesehatan bisa membahayakan penderita. Ini bermakna, informasi yang terdapat pada media sosial perlu mendapatkan pengesahan pakar atau tenaga kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan media sosial oleh tenaga kesehatan sebagai media konsultasi dan memberikan informasi yang tidak bertentangan dengan etika profesionalisme. Penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi Support Vector Machine (SVM). Validasi klasifikasi data yang diperoleh dilaksanakan menggunakan K-Fold Cross Validation. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan SVM dalam klasifikasi kesesuaian informasi kesehatan dengan akurasi 70% pada data yang digunakan..

Keywords: Support Vector Machine, Informasi Kesehatan, Media Sosial

1 Pendahuluan

Media sosial merupakan salah satu media informasi mengenai kesehatan. Perkembangan informasi kesehatan dalam media sosial saat ini semakin berkembang pesat. Melalui media sosial, dokter dapat berkomunikasi secara efektif dengan pesakit. Media sosial juga dapat digunakan oleh pasien untuk berbagi pengalaman bersama pasien yang lain. Hal ini mengakibatkan informasi kesehatan tidak lagi sesuai karena pemberi informasi tidak lagi kompeten atau bukan tenaga Kesehatan yang mengenali pasiennya malah terdapat kemungkinan informasi tidak sesuai untuk pasien tersebut.

Media sosial sebagai media penyebaran informasi juga mempunyai masalah terkait kebenaran informasi dan juga tahapan penggunaan informasi tersebut[1]. Penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam pengesahan kebenaran informasi melalui media sosial. Informasi dalam media sosial bisa disebarkan oleh siapa saja untuk tujuan tertentu.

Pengesahan informasi adalah sangat penting terutama dalam bidang kesehatan. Informasi dan pengetahuan yang disebar tanpa pengesahan bisa membawa keadaan yang lebih buruk kepada penggunanya.

Informasi Kesehatan dalam media sosial yang interaktif, mudah alih, menarik, bersesuaian dengan kontekstual, dan dapat digunakan oleh masyarakat umum bisa meningkatkan kualitas penjagaan kesehatan dan promosi kesehatan [2]. Dalam media sosial, berbagai pihak bisa mendapatkan informasi yang sesuai dengan keperluan kesehatan mereka. Informasi kesehatan mudah dikemas kini namun sulit disesuaikan dengan masalah berkaitan kesehatan yang sering berubah-ubah. Media sosial boleh menggalakkan penyertaan yang lebih besar di antara penyedia informasi kesehatan yang boleh berhubung secara langsung dengan pengguna. Keperluan menjaga hubungan di antara pakar perubatan dengan pesakit dalam media sosial adalah penting. Namun, masih terdapat pakar perubatan yang sulit untuk memanfaatkan penggunaan media sosial. Oleh itu, kajian

secara mendalam perlu dilakukan untuk mengetahui kebenaran informasi yang tersebar dalam media sosial.

2 Kajian Pustaka

Kajian literatur yang dijalankan dibahagi kepada tiga tahapan berasaskan keperluan penelitian. Pertama, adalah pengumpulan data dan praproses data. Tahapan kedua klasifikasi data dengan menggunakan metode SVM. Tahapan ketiga ialah evaluasi kinerja klasifikasi untuk memperoleh hasil akurasi yang maksimal.

2.1 Praproses Data

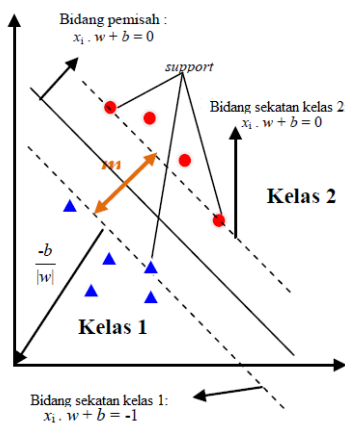
Praproses data dilakukan untuk meningkatkan nilai evaluasi klasifikasi teks. Dalam tahapan praproses dilakukan penghilangan stopwords dan stemming. Penghilangan stopwords ialah untuk menghilangkan kata kata umum seperti kata "The", "did", "do" dan sebagainya yang tidak memiliki nilai informasi.

Stemming adalah cara mengubah kata dalam sebuah dokumen teks ke kata dasarnya. Sebagai contoh kata connected, connecting, connection dan connections memiliki kata dasar yang sama iaitu connect.

2.2 Support Vector Machine(SVM)

SVM adalah metode klasifikasi yang mencari hyperplane dari maksimum margin pemisah antara dua kelas data. SVM menggunakan ruang hipotesis dari suatu fungsi linear dalam suatu ruang dimensi berfitur tinggi [3]. Pendekatan struktural risk minimization (SRM), digunakan untuk membangun sebuah pemisah hyperplane optimum dengan ketepatan pengelasan yang tinggi.

Sebagai contoh, jika data dinotasikan sebagai $x_i \in \mathcal{R}^n$, untuk label kelas dari data x_i dinotasikan $y \in \{+1,-1\}$ dengan $i = 1,2,\dots,l$ dengan l adalah banyak data. Pemisahan data secara linear pada kaedah SVM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Contoh data dengan hyperplane

Margin adalah jarak antara hyperplane dan pola data terdekat dari kelas masing-masing. Pola data yang paling dekat disebut vektor sokongan. Nilai margin antara dua kelas adalah $m = \frac{2}{\|w\|}$, dengan w adalah nilai vektor yang tegak lurus terhadap hyperplane atau bidang pemisah. Margin dapat dimaksimumkan menggunakan fungsi pengoptimuman Lagrangian berikut:

$$\min_{w,b} L(w, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|w\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i (y_i((x_i \cdot w + b) - 1) \quad (1)$$

Dengan meminimumkan L terhadap w dan b , diperoleh:

$$\frac{\partial L}{\partial w} = \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i w_i = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial b} = \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i = 0$$

Persamaan (1) dapat dimodifikasi untuk memaksimumkan L yang mengandung α_i sebagai persamaan (2).

$$\max_{\alpha} L = \sum_{i=1}^l \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l \alpha_i \alpha_j y_i y_j x_i x_j \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i y_i = 0, \alpha_i > 0$$

Nilai α yang dihasilkan digunakan untuk mencari w . Data yang memiliki nilai $\alpha_i \geq 0$ merupakan vektor sokongan, manakala selebihnya mempunyai nilai $\alpha_i = 0$. Setelah nilai α_i ditemukan, kelas dari data pengujian x dapat ditentukan berdasarkan nilai fungsi keputusan:

$$f(x_d) = \sum_{i=1}^{NS} \alpha_i y_i x_i \cdot x_d + b$$

Dengan:

x_i = vektor sokongan;

NS = jumlah support vector;

x_d = data yang akan dikelaskan

2.3 K-Fold Cross Validation

Klasifikasi silang K-Fold adalah metode yang digunakan untuk membagi data menjadi data latih dan data uji. Klasifikasi silang K-Fold membagi data contoh secara acak ke dalam K subset yang saling bebas. Satu subset digunakan sebagai data uji dan K-1 subset sebagai data latih. Proses klasifikasi silang akan diulang hingga K kali. Data awal dibagi menjadi K subset yang saling bebas secara acak yaitu, S_1, S_2, \dots, S_k , dengan ukuran setiap subset sama. Pelatihan dan pengujian dilakukan sebanyak K kali. Pada proses ke- i , subset S_i diperlakukan sebagai data uji dan subset lainnya diperlakukan sebagai data latih. Pada proses pertama, S_2, \dots, S_k menjadi data latih dan S_1 menjadi data uji, pada proses kedua $S_1, S_3, \dots,$

Sk menjadi data latih dan S2 menjadi data uji, dan seterusnya [4].

3 Metodologi Penelitian

3.1 Data Penelitian

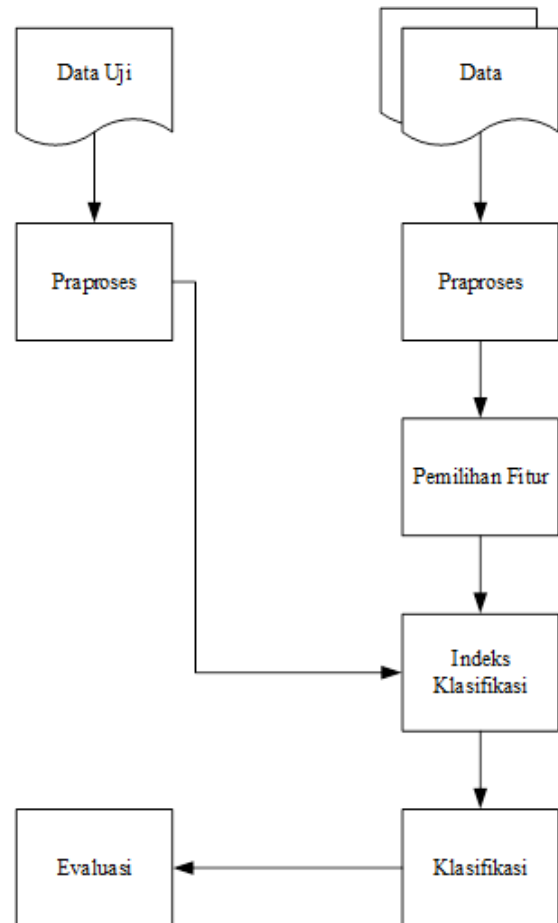
Data dikumpulkan berdasarkan laporan kesehatan yang diambil daripada University of California, School of Information and Computer Sciences, Knowledge Discovery in Databases Archive. Jumlah data secara keseluruhan adalah berjumlah 1000 dokumen. Dokumen yang dikumpulkan dalam format .txt. Kemudian data tersebut diklasifikasikan dalam kelas data untuk pelajar bidang kesehatan.

Daripada jumlah data yang diperoleh 50 di antaranya dipilih untuk dijadikan data ujian kepada sistem pengelasan yang dijalankan. Data yang diujikan telah diketahui kelas sebenarnya. Pengujian yang dijalankan bertujuan untuk mengetahui kecekapan sistem pengelasan yang dijalankan. Ujian selanjutnya dijalankan ke atas laporan kesehatan/ perbincangan kesehatan yang dilakukan oleh pakar kesehatan dalam sosial media Facebook

3.2 Deskripsi Sistem

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pengumpulan data. Data yang didapatkan dibedakan menjadi dua yaitu, data latih dan data uji. Setiap data dilakukan praproses terlebih dahulu untuk mendapatkan kata-kata yang sesuai maknanya dengan penelitian yang dilakukan. Selanjutnya data latih yang telah melewati tahapan praproses masuk kepada tahapan pemilihan fitur.

Tahapan pemilihan fitur untuk mengetahui batasan fitur bagi setiap kelas. Sistem klasifikasi dijalankan di luar talian untuk menghasilkan fitur setiap kelas. Fitur setiap kelas dimasukkan kepada indeks klasifikasi untuk menghasilkan hasil klasifikasi yang akan di uji. Secara keseluruhan alur proses di ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Deskripsi Sistem

4 Hasil dan Pembahasan

Penelitian menghasilkan klasifikasi data dan hasil pengujian sistem. Pengujian dilakukan dari setiap tahapan mulai dari tahapan praproses data, tahapan klasifikasi yang menggunakan metode SVM dan tahapan pengujian hasil klasifikasi dengan K-Fold cross validation.

4.1 Data dan Praproses Data Pengujian

Data pengujian diambil dari media social yang mengandung informasi kesehatan. Data diekstrak dari postingan atau komentar postingan yang mengandung informasi atau pertanyaan mengenai Kesehatan. Pada Gambar 3 menunjukkan Individu A yang melakukan posting mendapat informasi balasan dari individu B yang memberikan pendapat.



Gambar 3 Contoh data pengujian

Setiap posting pengguna diuji dengan model klasifikasi untuk mengetahui posting tersebut berkaitan dengan bidang kesehatan ataupun tidak. Data yang terdiri daripada 1000 dokumen dipisahkan oleh pakar kesehatan, yang mengesahkan posting tersebut berkaitan dengan kesehatan atau tidak. Hasil kajian penentuan yang dijalankan menunjukkan 715 posting adalah berkaitan dan mengandungi informasi kesehatan manakala posting yang tidak berkaitan dengan informasi kesehatan 285 dokumen.

4.1.1 Penghapusan stop Word

Stop Word atau kata henti adalah kata dalam data yang tidak memiliki arti. Kata henti tidak dapat mencirikan sesuatu dokumen pada kelasnya. Contoh kata henti THE, I, SO, THEN dan lainnya. Pengenalan kata henti pada aplikasi pemprofilan dihapuskan terlebih dahulu sebelum dokumen diproses.

Tindakan penghapusan kata henti dalam dokumen yang akan dikelaskan dapat meningkatkan ketepatan pengelasan satu dokumen [5]. Praproses dalam penelitian ini menggunakan 780 kata. Perkataan yang sudah diidentifikasi sebagai kata henti atau stop word dihapuskan dari dokumen. Dokumen yang akan diuji juga mengalami praproses penghapusan kata henti

4.1.2 Stemming

Setelah praproses penghapusan kata henti selanjutnya data diproses Kembali menggunakan algoritma Porter Stemming untuk mendapatkan kata yang sesuai [6]. Algoritma porter stemming memiliki 60 aturan dan 6 tahapan tanpa perulangan. Tahapan dalam algoritma porter stemming adalah seperti berikut:

1. Menghilangkan kata jamak dan kata yang memiliki akhiran -ed atau -ing

Contoh: Interesting → interest; agreed → agree;

2. Mengubah huruf pada kata yang berakhiran y kepada i yang apabila terdapat kata vokal lain dalam perkataan tersebut.

Contoh: Interestingly → Interestingli; Happy → Happi; Grey → grei;

3. Memetakan akhiran ganda kepada kata tunggal, Seperti: -ization, -ational, dan lain-lain

Contoh: Operational → operate; vietnamization → vietnamize;

4. Mengembalikan akhiran kepada kata dasar, seperti akhiran: Ful, -ness dan lain-lain.

Contoh: goodness → good; Playful → play;

5. Menanggalkan akhiran, seperti: -ant, -ence, dan lain-lain

Contoh: inference → infer; irritant → irrit;

6. Membuang yang memiliki akhiran -e

Contoh: Controllable → controll → control; Deflate → deflat; Parable → parable;

Tujuan mengembalikan kata kepada kata dasar adalah untuk menghilangkan keaburan perhitungan kata

tersebut. Kemunculan kata yang diberi akhiran dengan kata dasar menjadi satu perwakilan dalam setiap penilaian klasifikasi dokumen. Sebuah dokumen yang diwakili oleh sebuah vektor memiliki nilai yang sama untuk kata yang berakhiran dan yang tidak memiliki akhiran. Kemunculan kata dalam satu vektor dihitung untuk menjelaskan kelas dokumen tersebut.

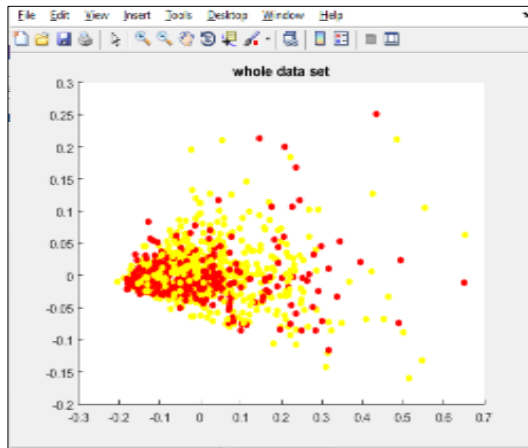
4.2 Pengujian Klasifikasi

Klasifikasi pada Penelitian yang memfokuskan di bidang kesehatan ini terbagi kepada dua tahapan klasifikasi. Tahapan pertama ialah membedakan kelas data kesehatan dengan yang bukan bidang kesehatan. Tahapan kedua fokus kepada bidang penelitian kepakaran dalam kesehatan. Kedua tahapan klasifikasi dijalankan terhadap data latih untuk mendapatkan indeks data, dan data uji bagi mendapatkan kelas data dari pengguna.

Tidak semua bidang kesehatan dimasukkan dalam penelitian ini. Kelengkapan data yang lebih banyak tentu menjadi hal utama untuk mendapatkan indeks data dari setiap kelas kepakaran dalam bidang kesehatan. Dalam penelitian ini, setiap kelas kepakaran yang tidak memiliki indeks data, dikategorikan dalam kelas memiliki kepakaran secara umum.

Penelitian ini menggunakan teks dalam Bahasa Inggris. Data yang menggunakan bahasa lain tidak disertakan. Pengelasan SVM dijalankan dengan fungsi kernel radial basis dengan nilai gamma (γ) sebanyak 0.7. Penelitian ini menggunakan 1000 dokumen yang diklasifikasikan kepada kelas bidang kesehatan dan kelas bukan bidang kesehatan. Pembagian kedua kelas merujuk kepada makna dari dokumen yang diklasifikasikan. Setiap kata yang menjelaskan makna dokumen tidak seluruhnya memiliki fitur atau ciri yang memberikan makna khusus dalam dokumen tersebut.

Tahapan pertama klasifikasi menghasilkan 715 dokumen sebagai kelas kesehatan. Hasil proses klasifikasi tersebut, terdapat 698 dari 715 dokumen memiliki ciri dalam bidang kesehatan. Bagi kelas yang bukan bidang kesehatan, setelah dilakukan praproses terdapat hanya 276 dari 285 dokumen yang memiliki ciri bukan bidang kesehatan. Penyebaran ciri dokumen ditunjukkan pada Gambar 4. Titik kuning pada Gambar 4 menunjukkan penyebaran data kelas kesehatan dan titik merah menunjukkan data bukan kelas Kesehatan.



Gambar 2 Sebaran Ciri Dokumen

Tahapan kedua klasifikasi pada data latih terdapat di 46 kelas bidang kesehatan. Data didapati memiliki ciri dari jumlah data bagi untuk setiap bidang kepakaran kesehatan. Rincian data latih pada bidang kepakaran ditunjukkan melalui Tabel 1

Tabel 1 Sebaran Ciri Dokumen dalam bidang kesehatan

No	Bidang Pakar Kesehatan	Data	No	Bidang Pakar Kesehatan	Data
1	Accident and emergency medicine	4	24	Neurosurgery	5
2	Allergology	58	25	Obstetrics and gynecology	14
3	anaesthetics	2	26	Oncology	1
4	biological hematology	1	27	Ophthalmology	21
5	Cardiology	15	28	Orthopaedics	22
6	Child psychiatry	4	29	Otorhinolaryngology	10
7	Clinical biology	11	30	Paediatrics	10
8	Clinical chemistry	42	31	Pathology	20
9	Clinical neurophysiology	8	32	Pharmacology	101
10	Dental	2	33	Physical medicine and rehabilitation	24
11	Dermatology	22	34	Plastic surgery	1
12	Dermato-venereology	1	35	Podiatrics surgery	2
13	Endocrinology	15	36	Psychiatry	6
14	farmakology	5	37	Public health / Preventive Medicine	47
15	Gastroenterology	9	38	Radiology	20
16	General hematology	5	39	rehabilitation	1
17	General surgery	7	40	Respiratory medicine	11
18	Immunology	6	41	Rheumatology	4
19	Infectious diseases	30	42	Stomatology	6

20	Internal medicine	17	43	Tropical medicine	2
21	Laboratory medicine	11	44	Urology	37
22	Microbiology	34	45	Venereology	15
23	Neurology	26			

4.3 Evaluasi Sistem

Evaluasi system dilakukan melalui hasil pengujian data yang dilakukan. Pengujian menggunakan 30 data dokumen yang bukan bidang kesehatan dan 70 data bidang kesehatan. Hasil Pengujian klasifikasi menunjukkan ketepatan klasifikasi keseluruhan dokumen yang diuji sebesar 70%. Keseluruhan data dokumen yang diuji berjumlah 100, seluruh dokumen memiliki ciri tertentu dan telah melalui praproses.

5 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan penelitian yang telah selesai dilaksanakan. Proses klasifikasi menghasilkan nilai evaluasi yang cukup baik. Pengujian yang dilakukan mendapati bahwa penelitian mengalami underfitting, karena data informasi Kesehatan yang digunakan tidak dapat mengetahui kesamaan data.

Selanjutnya pengembangan penelitian dapat memperkaya data informasi Kesehatan. Peningkatan data dapat merepresentasikan evaluasi yang baik. Penggunaan multi kelas SVM bisa digunakan untuk mencoba peningkatan nilai akurasi pengujian.

Daftar Pustaka

- [1] Scanfeld, D., Scanfeld, V., & Larson, E. L. 2010. Dissemination of health information through social networks: twitter and antibiotics. *American Journal of Infection Control*, 38(3).
- [2] Kreps, G. L., & Neuhauser, L. 2010. New directions in eHealth communication: opportunities and challenges. *Patient Education and Counseling*, 78(3), 329–36.
- [3] Cortes C, Vapnik V. 1995. Support-vector networks. *Machine Learning* 20: 273-297.
- [4] Fu, L.M. 1994. *Neural Network In Computer Intelligence*. Singapura: McGraw Hill.
- [5] Moh, T.-S., & Bhagvat, S. (2012). Clustering of technology tweets and the impact of stop words on clusters. *Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference*, 226–231.
- [6] Porter, M. F. (1980). An algorithm for suffix stripping. *Program*, 14(3), 130-137.
- [7] Ilham, M., Islami, N., Abdurrahman, F., & Suryadi, S. (2021). E-aedes framework based on Geographical Information System: Stakeholder Perceptions. *Journal of Multidisciplinary Academic*, 4(6), 453-456.

ANALISA ALAT PENGERING TIPE BAK UNTUK PENGERINGAN BIJI KAKAO BERBAHAN BAKAR KAYU GAMAL DENGAN VARIASI LAJU BAHAN BAKAR

alchalil^{1*}, Irwansyah², Muhammad Satria²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

²Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia.

*Corresponding Author: alchalil@unimal.ac.id

Abstract – Pengeringan metode penjemuran biji kakao mempunyai banyak kelemahan seperti tergantung pada cuaca sehingga pengeringan memerlukan waktu yang cukup lama, dan biji kakao kurang dijamin kebersihannya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan alat pengering tipe bak, dari pemanfaatan panas dari energi biomassa dari kayu Gamal. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh variasi pengumpaman bahan bakar pada pengering mekanis tipe bak selama pengeringan biji kakao. Hasil pengujian pengumpaman kayu bakar 0.75 kg/jam pada tungku untuk mengeringkan biji kakao menghasilkan suhu diruang pengering 53.26 °C dan menurunkan kadar air dari 51.18 %bb sampai 7 %bb biji lamanya pengeringan selama 15 jam. Sementara itu, input pengumpaman kayu bakar 0.5 kg/jam pada tungku udara panas tersalurkan diruang pengering 50.99 °C, dan kadar air diturunkan dari 50.34 %bb hingga 7,5 %bb dengan lamanya pengeringan selama 16 jam. Secara keseluruhan laju pengeringan dari tiap pengujian menunjukkan 2.67 %bb/jam dan 2.94 %bb/jam. Konsumsi energi spesifik pada perlakuan laju bahan bakar 0.5 kg/jam dan 0.75 kg/jam masing adalah sebesar 33197.65 kJ/kgair yang diupkan dan 48647.13 kJ/kg air yang diupkan. Hal ini menunjukkan bahwa, pengaruh kinerja terhadap pemberian variasi bahan bakar selama pengeringan biji kakao bahwa, kinerja yang diperoleh alat pengering tipe bak terbaik pada laju bahan bakar 0.75 kg/jam dari pada laju bahan 0.5 kg/jam. Dampak pengumpaman bahan bakar yang terkendali menunjukkan penggunaan energi lebih efektif dan waktu pengeringan yang cepat.

Keywords: Pengering Tipe Bak, Pengumpaman Laju Bahan Bakar, Biji Kakao.

1 Pendahuluan

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan komoditas perkebunan yang mempunyai peranan penting dalam perekonomian Indonesia khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan sumber devisa negara (Ariyanti et al., 2008; Poppenborg dan Hölscher, 2009; Davit et al., 2013; Suwastika et al., 2015;). Tahun 2010, Indonesia merupakan negara pengekspor biji kakao terbesar ketiga di dunia dengan produksi biji kering sebesar 550000 ton setelah Pantai Gading dan Ghana dengan produksi biji kering sebesar 1242000 ton dan 662000 ton (Rubiyono dan Siswanto, 2012). Menurut data Ditjenbun (2017) Provinsi Aceh salah satu wilayah Indonesia penghasil kakao tanaman kakao memiliki luas area lahan produktif mencapai 98,233 hektar (HA). Dimana 98.159 ha merupakan perkebunan kakao yang di

kelola oleh rakyat dan 74 ha perkebunan kakao yang dikelola oleh swasta dengan total hasil produksi sekitar 32,403 ton pertahunnya.

Penangan pasca panen kakao menentukan tingkat mutu biji yang dihasilkan. Kegiatan penanganan pasca panen kakao meliputi proses fermentasi dan pengeringan. Proses fermentasi merupakan tahapan untuk menonaktifkan biji dan menghasilkan aroma coklat yang bermutu, dan tahapan proses pengeringan bertujuan agar biji kakao dapat disimpan lebih lama (Deus et al.2018). Kegiatan pengeringan yang tepat sangat menentukan kualitas biji kakao (Lasisi.2014).

Petani kakao umumnya mengeringkan biji kakao hasil fermentasi dengan penjemuran dibawah matahari dengan cara dihamparkan pada terpal atau lantai jemur. Walau pengeringan dengan sinar matahari menghasilkan

mutu biji kakao yang baik, namun terdapat kelemahan seperti kebutuhan lahan yang luas, kontaminasi dengan benda asing serta ketergantungan akan cuaca. Proses pengeringan dengan metode penjemuran membutuhkan waktu 5-7 hari untuk menurunkan kadar air biji kakao hingga 7-8% (Sidabariba et al.2017).

Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan metode pengeringan mekanis, dari beberapa penelitian menyebutkan bahwa pengeringan mekanis menghasilkan mutu biji kakao kering yang lebih baik dan waktu yang cepat dibandingkan pengeringan metode penjemuran dibawah matahari (Syuhada et al 2018). Salah satu pengering mekanis yang banyak digunakan adalah pengering tipe bak yang memiliki sistem sederhana (Nainggolan et al. 2013), yaitu menempatkan bahan pada bak pengering dengan ketinggian tumpukan tertentu dan udara panas dihembuskan dari bagian bawah tumpukan yang akan melewati produk yang dikeringkan. Pengaliran udara panas dilakukan dengan menggunakan kipas (blower). Hasil penelitian Karim et.al (2021) menunjukkan alat pengering mekanis tipe bak untuk pengeringan biji kakao, memanfaatkan udara panas untuk dari hasil pembakaran bahan bakar dari kayu gamal. Kisaran suhu udara pengering 62.59°C-68.6°C dan laju pengeringan 2,94 %/jam, serta waktu pengeringan selama 12 jam dengan efisiensi pengeringan adalah 19,86 %.

Selain itu, masih rendahnya efesisiensi dari kinerja alat pengering ini diperlukan pengembangan agar mendapatkan kinerja yang efesisen. Pengering mekanis dengan sumber panas tungku biomassa memiliki beberapa kelemahan, antara lain perlu investasi yang cukup tinggi, harus dioperasikan oleh operator terlatih dan polusi udara akan mudah terjadi jika proses pembakaran kurang sempurna (VenkataRaman et al., 2012). Penggunaan energi pada pengering tipe bak berbahan kayu bakar tanpa pengendalian dapat mengakibatkan ketidak optimalan penggunaan energi. Sehingga dipandang perlu menerapkan suatu sistem kendali yang secara tepat dapat mengatur penggunaan energi dari bahan kayu bakar sesuai dengan tingkat kebutuhan proses pengeringan. Melihat kondisi ini penelitian akan membahas analisis terhadap pengumpaman laju bahan bakar pada pengering mekanis untuk mengeringkan biji kakao.

2 Metodologi Penelitian

2.1 Bahan

Bahan penelitian yaitu buah kakao matang diperoleh dari perkebunan kakao wilayah Kabupaten Aceh Utara, kemudian dibelah dan dilakukan sortasi untuk memisahkan kulit, biji dan plasenta. Setelah ini, dilakukan

proses fermentasi di dalam kotak kayu kapasitas 10 kg biji basah terdapat lubang untuk pembuangan dan udara, tahapan ini lakukan selama 5 hari. Setelah 2 hari, dilakukan pengadukan agar fermentasi merata. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan tujuan pulp dipermukaan biji kakao lepas dari kulit biji, kemudian dilakukan proses pengeringan(lestari et al 2020). Bahan bakar sebagai pemanas berupa kayu gamal yang memiliki nilai kalor sebesar 20,500 Kj (Karim et al 2021).

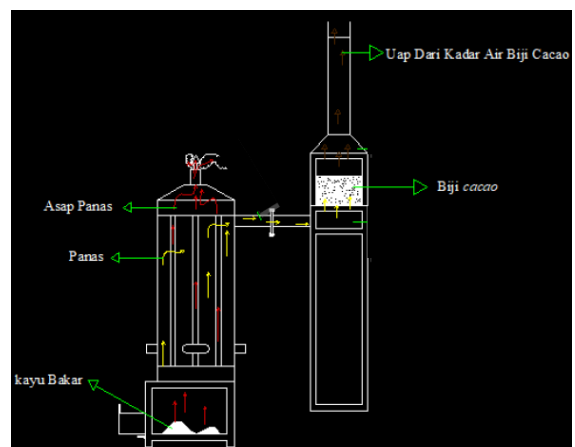
Model alat Pengering tipe tumpukan

Model alat pengering tipe tumpukan dalam penelitian ini seperti tampak pada Gambar 1. Komponen utama pada pengering tipe ini adalah bak pengering, tungku pembakaran, Heat Exchanger, ruang pengering dan cerobong outlet ruang pengering.



Gambar. 1 Kontruksi alat pengering mekanis tipe bak

Model pengering mekanis yang digunakan pada pengeringan biji kakao merupakan alat pengering tipe bak dengan sumber panas dari pembakaran biomassa dari kayu gamal dengan kapasitas pengeringan yaitu 10 kg. Gambar. 2 menunjukkan sistem kerja dari alat pengering.

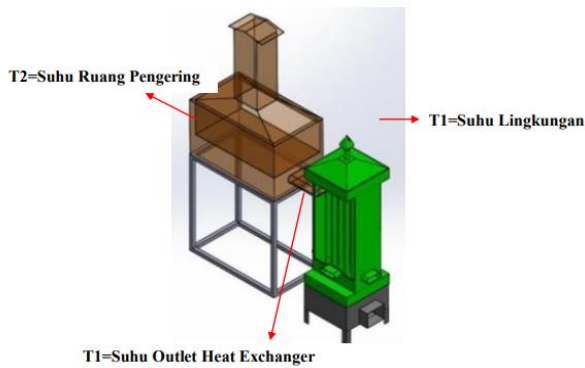


Gambar. 2 Skema kerja alat pengering mekanis tipe bak

2.2 Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian ekperimental dan deskriptif dengan 2 jenis

perlakuan pengumpaman laju bahan bakar 0.5 Kg/jam dan 0.75Kg/jam yang dilakukan secara manual. Biji kakao diletakan pada bak pengering kapasitas 10 kg. Parameter yang diukur untuk menentukan kinerja alat adalah suhu pada ruang pengering, waktu pengeringan, kadar air, laju pengeringan bahan, dan kebutuhan energi untuk pengeringan. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian meliputi timbangan digital, thermocouple tipe K dan data logger, moisture meter, dan stopwatch. Tahap pengambilan dan pengukuran data untuk mengetahui perubahan kadar air, suhu udara, waktu pengeringan, dan konsumsi energi, Skemati penempatan lokasi penempatan alat ukur seperti Gambar. 3.



Gambar. 3 Skema Penempatan alat ukur suhu

2.3 Penentuan kadar air dan Laju Penguapan air

Menurut Brooker, et al. 1992 salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan proses pengeringan adalah jumlah kadar air dalam suatu bahan. Semakin tinggi jumlah kadar air dalam suatu bahan maka semakin banyak energi yang di butuhkan untuk proses pengeringan. Kadar air dihitung dengan Persamaan 1

$$KA = \frac{(W_b - W_k)}{W_b} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- KA = kadar air bahan berdasarkan bahan basah (%bb)
- W_b = berat bahan basah sebelum pengeringan (gram)
- W_k = berat bahan kering setelah pengeringan (gram)

Laju pengeringan adalah perubahan kadar air dari bahan per satuan waktu. Persamaan 2 laju pengeringan bahan (Pangabeian et al 2017) adalah sebagai berikut:

$$LP = \frac{M_2 - M_1}{\Delta t}$$

(2)

Keterangan :

- LP = Laju pengeringan (%bb/jam)
- M₁ = Kadar air awal (%bb)
- M₂ = Kadar air akhir(%bb)
- Δt = Lama waktu pengeringan (jam)

3.1.2 kebutuhan energi selama proses pengeringan

Input energi untuk pengeringan biji kakao bersumber dari energi yang berasal dari proses pembakaran dari kayu gamal maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Syuhada et al 2018) sebagai berikut:

$$Q_{biomassa} = W_f \cdot LHV \quad (3)$$

Keterangan :

- Q_{biomassa} = Energi biomassa(Kj)
- W_f = Konsumsi bahan bakar (kg)
- LHV = Low Heating Value (kj/kg)

Konsumsi energi yang dibutuhkan merupakan energi yang habis terpakai selama proses pengeringan biji kakao untuk menguapkan per kilogram uap air pada bahan(Dina et al 2015), sehingga persamaan adalah sebagai berikut :

$$KES = \frac{Q_{Biomassa}}{m_0} \quad (4)$$

Keterangan :

- KES = Konsumsi energi spesifik (Kj/Kg air yang diuapkan)
- Q_{biomassa} = Energi biomassa(Kj)
- M₀ = Massa air yang menguap (Kg)

Massa air yang diuapkan dari bahan selama proses pengeringan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$M_o = (1 - (\frac{100 - M_i}{100 - M_f})) \times M_u \quad (5)$$

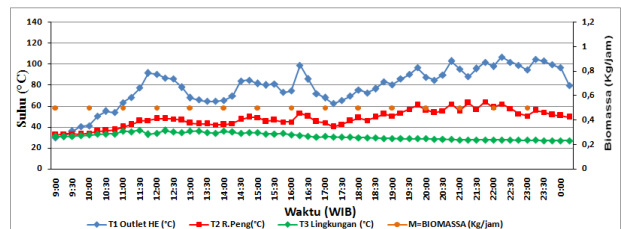
Keterangan :

- M₀= Massa air yang menguap (Kg)
- M_i= Kadar air awal (%bb)
- M_f = Kadar air akhir (%bb)
- M_u= Massa awal bahan (Kg)

3 Hasil dan Pembahasan

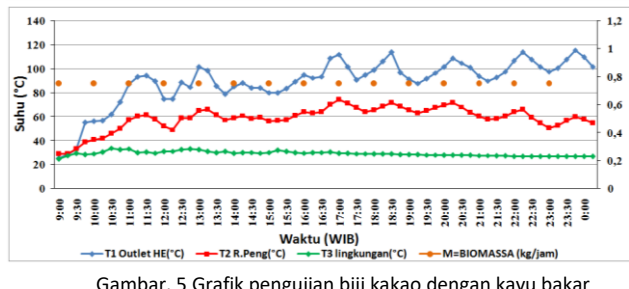
3.1 Suhu Pengeringan

Distribusi suhu pada ruang pengering, dan outlet heat exchanger dengan gunakan energi pembakaran berupa pengumpaman kayu bakar 0.5 kg/jam dan 0.75 kg/jam selama pengeringan biji kakao ditunjukkan pada Gambar.



4 dan 5.

Gambar. 4 Grafik pengujian biji kakao dengan kayu bakar 0.5 kg/jam



Gambar. 5 Grafik pengujian biji kakao dengan kayu bakar 0.75 kg/jam.

Pada Gambar. 4 dapat dilihat karakteristik suhu udara panas outlet heat exchanger, suhu ruang pengering, dan suhu lingkungan. kisaran rata-rata suhu pada outlet heat exchanger yaitu sebesar 72.27 °C, suhu pada ruang pengering sebesar 50.99 °C dan suhu lingkungan 30.24 °C, hal ini menunjukkan penambahan kayu bakar tiap jam mempengaruhi suhu pada ruang pengering dan outlet heat exchanger. Profil suhu pengeringan pada Gambar. 5 terlihat kisaran rata-rata suhu udara pada outlet heat exchanger, ruang pengering, dan suhu lingkungan secara berturut-turut sebesar 79.06 °C, 53,26°C, dan 31.2 °C.

Dari kedua pengujian pada Gambar. 4 dan 5, menunjukkan bahwa pola perubahan suhu ruang pengering mengalami pola perubahan yang fluktuatif akibat suplai udara panas dari hasil pengumpaman bahan bakar pada ruang bakar menuju outlet heat exchanger hingga ruang pengering. Selain itu, distribusi suhu udara pengering pada tiap pengujian sebesar 50.99 °C dan 53.26 °C, menurut Dina et al 2015 suhu pengering berkisar 40-54°C sangat baik untuk mengeringkan biji kakao. Semakin tinggi suhu, semakin besar driving force untuk terjadinya aliran air dari dalam bahan menuju lapisan yang lebih luar dan selanjutnya teruapkan (Siddique dan Wright, 2003; Ndukwu, 2009; Suherman, et al., 2012).

3.2 Penurunan Kadar Air

Penurunan kadar air selama proses pengeringan biji kakao untuk setiap pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penurunan kadar air selama pengeringan

Meto de Peng ujian	Suhu Ruang Pengering (°C)	Kadar air awal (%bb)	Kadar air akhir (%bb)	Waktu Pengerin gan(Jam)	Laju Penger ingan (%bb/j am)
P1	50.99	50.34	7.5	16	2.67
P2	53.26	51.18	7	15	2.94

Keterangan : P1: Pengujian pengumpaman kayu bakar 0.5 kg/jam.

P2: Pengujian pengumpaman kayu bakar 0.75 kg/jam.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui pengujian P1 didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan suhu ruang pengering 50.99°C agar kadar air awal biji kakao turun dari 50.34% menjadi rata-rata 7.5% adalah 16 jam dengan laju pengeringan sebesar 2.67 %/jam. Pada pengujian P2 kadar air awal biji kakao 51,18 % diturunkan hingga 7 % dengan suhu 53.26°C lamanya

pengeringan 15 jam dan laju pengeringan 2.94 %/jam. Dari pengumpaman bahan bakar 0.75 kg/jam menunjukkan laju pengeringan lebih banyak kandungan air pada biji kakao teruapkan, hal ini disebabkan pemasukkan bahan tiap jam yang terkendali dapat meningkatkan suhu ruang pengering selama pengeringan biji kakao bila dibandingkan pada lebih pengumpaman bahan bakar 0.5 kg/jam menunjukkan penurunan kadar air yang lebih sedikit.

3.3 Konsumsi Energi Spesifik (KES)

Konsumsi energi spesifik adalah total konsumsi energi per massa air yang diuapkan selama proses pengeringan biji kakao. Hasil perhitungan dengan persamaan 4. kebutuhan energi spesifik untuk pengeringan biji kakao 10 kg untuk setiap pengujian masing-masing berbeda. Pengujian pada laju bahan bakar 0.75 kg/jam menunjukkan konsumsi energi spesifik 48647.13 Kj/Kg air yang diuapkan yang lebih besar dari pengujian laju bahan bakar 0.5 kg/jam yaitu sebesar 33197.65 Kj/Kg air yang diuapkan.

3.4 Hasil Penelitian

Dari proses pengeringan biji kakao menggunakan alat pengering mekanis dengan perlakuan laju bahan bakar 0.5 kg/jam dan 0.75 kg/jam. Kadar air biji kakao kering dari kedua pengujian diperoleh sebesar 7.5 % dan 7 %. Hal ini menunjukkan kisaran akhir kadar air yang didapatkan memenuhi syarat SNI yaitu 7.5%, artinya biji kakao kering yang dikeringkan menggunakan alat pengering mekanis memenuhi standar persyaratan kadar air dari SNI dan mutu biji kakao selama penyimpanan dapat dipertahankan (BSN 2008).

4 Kesimpulan

Hasil pengeringan biji kakao 10 kg pada alat pengering mekanis dengan laju bahan bakar 0.5 kg/jam berfungsi dengan baik, didapatkan sebaran suhu ruang pengering 50.99°C dan mampu menurunkan dari 50,99 %bb menjadi 7.5 %bb selama pengeringan 16 jam.

Hasil pengeringan biji kakao 10 kg pada alat pengering mekanis dengan laju bahan bakar 0.75 kg/jam berfungsi dengan baik, didapatkan sebaran suhu ruang pengering 53.26°C dan mampu menurunkan kadar akhir dari 51,18 %bb sampai 7 %bb selama pengeringan 15 jam.

Laju pengering tertinggi diperoleh 2.94 %bb/jam pada perlakuan laju bahan bakar 0.75 Kg/jam dengan konsumsi energi spesifik 48647.13 Kj/kg air diuapkan dan terendah diperoleh perlakuan laju bahan bakar 0.5 Kg/jam dengan konsumsi energi spesifik 33197.65 Kj/kg air diuapkan dan laju pengeringan sebesar 2.67 %bb/jam.

Daftar Pustaka

Ditjenbun, 2017. Kakao, Statistik Perkebunan Indonesia, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.

[ICCO] International Cocoa Organization. 2017. Production of Cocoa Beans. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. XLIII(3). Cocoa Year 2016/2017. 31-08-2017.

VijayaVenkataRaman S, Iniyana S, and Goic R. A review of solar drying technologies. Renewable and sustainable energy reviews. 2012 Jun 1;16(5):2652-70.

Nainggolan SR, Tamrin W, and Lanya B. UJI KINERJA ALAT PENDINGIN TIPE BATCH SKALA LAB UNTUK PENDINGINAN GABAH DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI [PERFORMANCE TEST OF LAB SCALE BATCH FOR ROUGH RICE DRYING USING HUSK OF RICE FUEL]. Jurnal Teknik Pertanian Lampung–Vol. 2013;2(3):161-72.

Sidabariba NW, Rohanah A, and Daulay SB. UJI VARIASI SUHU PENDINGINAN BIJI KAKAO DENGAN ALAT PENDINGIN TIPE KABINET TERHADAP MUTU BUBUK KAKAO (Drying Temperature Test of Cocoa beans on Cocoa Powder Quality Using a Cabinet Dryer). Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian. 2017 Jan 23;5(1):192-5.

Syuhada A, Sary R, and Isnain F. Kaji Sistem pendingin Kakao dengan Menggunakan Energi Hybrid (Energi Matahari dan Bahan Bakar Gas). Jurnal Teknik Mesin. 2018;6(1):17-24.