

**ANALISIS KEKUATAN SUDU TURBIN PELTON DENGAN
PROSES *CASTING* MENGGUNAKAN MATERIAL
ALUMINIUM CAMPURAN**

SKRIPSI

OLEH:

**RWANDA SETIA
178130003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/4/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/4/24

HALAMAN JUDUL

ANALISIS KEKUATAN SUDU TURBIN PELTON DENGAN PROSES *CASTING* MENGGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM CAMPURAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:

**RWANDA SETIA
178130003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/4/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)2/4/24

PALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

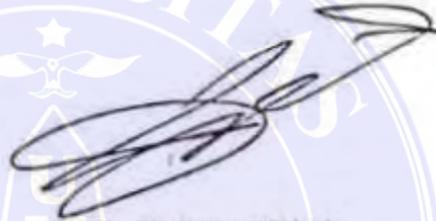
Judul Proposal : Analisis Kekuatan sudu Turbin Pelton
Dengan Proses *Casting* Menggunakan
Material Aluminium Campuran
Nama Mahasiswa : Rwanda Setia
NPM : 178130003
Bidang Keahlian : Manufaktur

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

H.6.



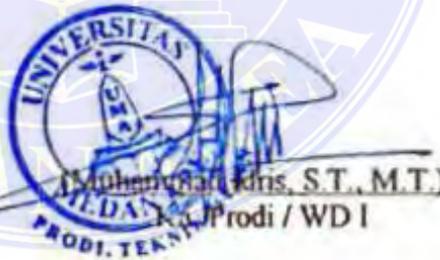
(Bobby Umroh, S.T., M.T.)
Dosen Pembimbing I



(Ir. H. Darianto, M.Sc.)
Dosen Pembimbing II



(Dr. Rahmad Syah, S. Kom, M. Kom)
Dekan



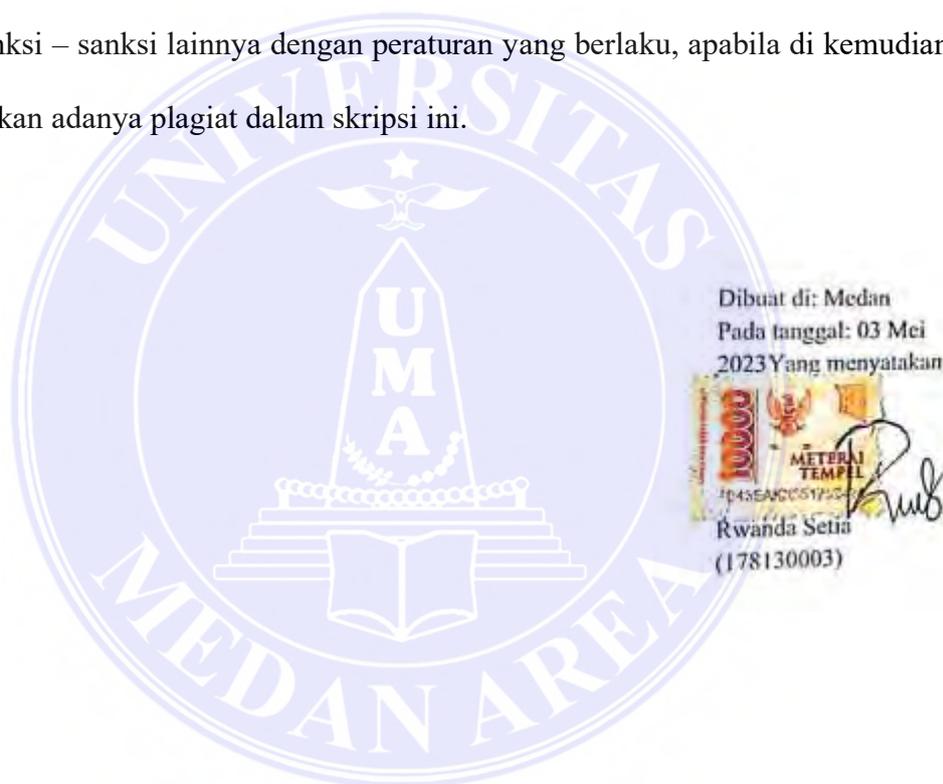
(Muhammad Kris, S.T., M.T.)
Prodi / WD I

Tanggal Lulus : 03 Mei 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumberdaya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rwanda Setia
NPM : 178130003
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Kekuatan Sudu Turbin Pelton dengan Proses Casting Menggunakan Material Aluminium Campuran.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan
Pada tanggal: 03 Mei
2023 Yang menyatakan


Rwanda Setia
(178130003)

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi listrik setiap tahun selalu meningkat seiring dengan berkembangnya jaman. Inovasi-inovasi terus bermunculan seiring dengan semakin sadarnya manusia akan menipisnya pasokan gas serta minyak mentah di bumi ini. Seiring dengan berkembangnya teknologi dan semakin menipisnya sumber daya alam di bumi. Kata "turbine" ditemukan oleh seorang insinyur Perancis yang bernama Claude Bourdin pada awal abad 19, yang diambil dari terjemahan bahasa Latin dari kata "*whirling*" (putaran). Turbin dapat memanfaatkan pusaran airdengan putaran lebih cepat dan dapat memanfaatkan head yang lebih tinggi. Paduan Al – Cu dan Al – Cu – Mg (seri 2000) mengandung 4% Cu dan 0.5% Mg dan paduan ini dinamakan duralumin. Salah satu duralumin adalah paduan 2017, komposisi standarnya adalah aluminium dengan kandungan 4% Cu, 0.5% Mg, 0.5% Mn. Mn (mangan) adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi, dan digunakan untuk membuat paduan yang tahan korosi. Paduan aluminium dengan kandungan 1.2% Mn dan 1% Mg disebut paduan 3003 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi. Kandungan Silicon pada diagram fasa Al-Si memiliki beberapa macam termasuk hipoeutectic yaitu apabila kandungan silicon terdapat <11,7% dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur ferrite (α) kaya akan aluminium, dengan struktur eutektik sebagai tambahan. Alat uji impact charpy yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alat pada penelitian ini untuk mendapat mengukur dan menilai kekuatan dari sebuah spesimen material penelitian. Alat uji metallografi yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop optik. Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai mikrostruktur dari suatu specimen material yang diuji. Mikroskop optik ini disambungkan dengan laptop yang nantinya hasil foto mikrostruktur dapat kita simpan dalam bentuk file foto.

Kata kunci : Kekuatan material dari sudu turbin pelton dengan aluminium campuran.

ABSTRACT

The need for electrical energy every year is always increasing, often with the development of the era. Innovations continue to emerge as people become increasingly aware of the depletion of gas and crude oil supplies on earth. Along with the development of technology and the depletion of natural resources on earth. The word "turbine" was coined by a French engineer named Claude Bourdin in the early 19th century, after the Latin translation of the word "whirling". Turbines can take advantage of whirlpools with faster rotation and can take advantage of higher heads. Alloys of Al – Cu and Al – Cu – Mg (2000 series) contain 4% Cu and 0.5% Mg and these alloys are named duralumin. One of the duralumin is the 2017 alloy, the standard composition is aluminum with a content of 4% Cu, 0.5% Mg, 0.5% Mn. Mn (manganese) is an element that strengthens Al without reducing its corrosion resistance, and is used to make corrosion-resistant alloys. Aluminum alloy with a content of 1.2% Mn and 1% Mg is called alloy 3003 which is used as a corrosion resistant alloy. The silicon content in the Al-Si phase diagram has several types, including hypoeutectic, that is, if the silicon content is <11.7%, the final structure formed in this phase is a ferrite (alpha) structure rich in aluminum, with a eutectic structure as an addition. The Charpy impact test tool used in this study is a tool in this study to measure and assess the strength of a specimen of research material. The metallographic test equipment used in this study was an optical microscope. This tool is used to determine the microstructural value of a tested specimen material. This optical microscope is connected to a laptop where later we can save the results of microstructural photos in the form of a photo file.

Keywords : *Material strength of Pelton turbine blades with aluminum alloy.*

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rwanda Setia dilahirkan di Sumatera Utara, Kota Medan pada tanggal 04 April 1994 dari ayah Rahadi dan ibu Siti Aisyah. Penulis merupakan putra kedua dari lima bersaudara. Tahun 2006 penulis menyelesaikan Pendidikan Dasar di SD Swasta PAB 15 Medan, tahun 2009 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Swasta Taman Siswa Tebing Tinggi.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Swasta Bunga Bangsa, pada tahun 2017 penulis melanjutkan Pendidikan sebagai mahasiswa Fakultas Teknik program studi Teknik Mesin di Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di CV. Bengkel Bubut Setia yang beralamat di Jln. Brigjen Katamso, Medan, Sumatera Utara dan tamat di Universitas Medan Area tahun 2023.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Manufaktur dengan judul Analisis Kekuatan Sudu Turbin Pelton dengan Proses *Casting* Menggunakan Material Aluminium Campuran.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bobby Umroh, S.T., M.T dan Ir. H Darianto, M.Sc selaku pembimbing serta Muhammad Idris, S.T., M.T yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh keluarga atas doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan Pendidikan maupun Masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



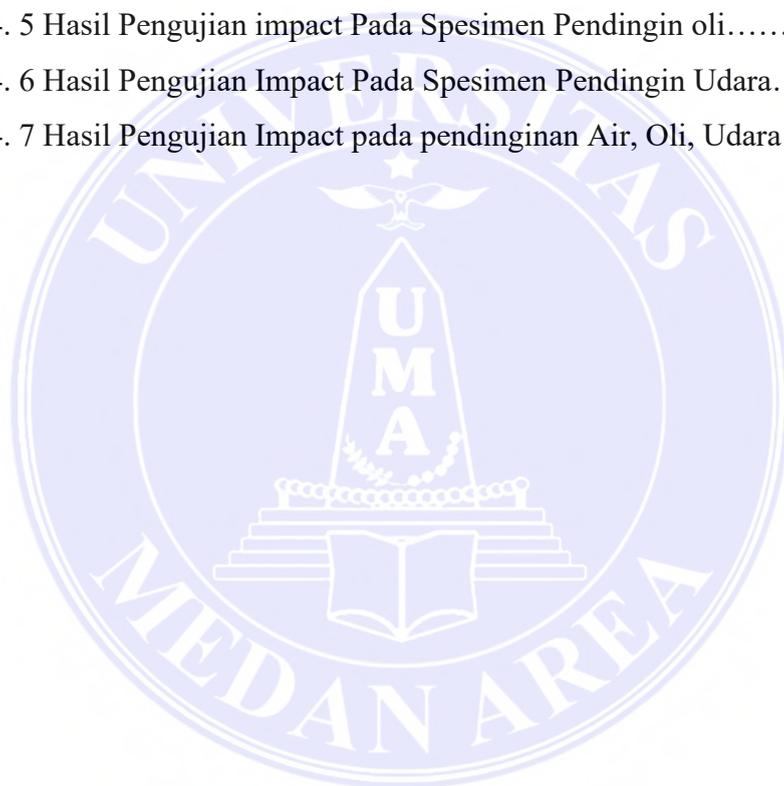
(Rwanda Setia)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL	ii
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiiiv
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Defenisi Turbin Pelton	4
2.2 Komponen Utama Turbin Pelton.....	5
2.3 Prinsip Kerja Turbin Pelton.....	9
2.4 Aluminium.....	9
2.5 Mangan	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat dan Penelitian.....	18
3.2 Bahan dan Alat	18
3.3 Metode Penelitian	29
3.4 Populasi dan Sampel.....	31
3.5 Prosedur Kerja	32
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil.....	34
4.2 Pembahasan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN 1	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Aluminium.....	12
Tabel 2.2 Paduan dan Seri Penamaan.....	14
Tabel 3.1 Tempat dan waktu penelitian.....	18
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Impact Pada Spesimen Pendingin Air.....	35
Tabel 4. 2 Nilai rata-rata pengujian impact pada spesimen pendingin air.....	36
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Impact Pada Spesimen Pendingin Oli.....	37
Tabel 4. 4 Nilai rata-rata pengujian inpak pada spesimen pendingin oli.....	39
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian impact Pada Spesimen Pendingin oli.....	39
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Impact Pada Spesimen Pendingin Udara.....	41
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Impact pada pendinginan Air, Oli, Udara.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Pelton.....	4
Gambar 2.2 Runner Turbin Pelton	6
Gambar 2.3 Sudu (Bucket).....	7
Gambar 2.4 Nozzle.....	7
Gambar 2.5 Rumah Turbin.....	9
Gambar 2.6 Diagram Pasa Al/Cu.....	15
Gambar 3.1 Aluminium	19
Gambar 3.2 Silikon	20
Gambar 3.3 Mangan.....	20
Gambar 3.4 Dapur Pelebur.....	21
Gambar 3.5 Stopwatch	21
Gambar 3.6 Burner, regulator gas Gas Elpiji	22
Gambar 3.7 Blower	22
Gambar 3.8 Krusible	23
Gambar 3.9 Pegangan Krusible	24
Gambar 3.10 Termometer Type/K	24
Gambar 3.11 Jangka Sorong	25
Gambar 3.12 Timbangan Manual.....	25
Gambar 3.13 Mesin Gergaji.....	26
Gambar 3.14 Mesin Sekrap Horizontal.....	26
Gambar 3.15 Microscop Optik.....	27
Gambar 3.16 Mesin Polis	28
Gambar 3.17 Alat Uji Impak Charpy.....	28
Gambar 4.1 Hasil pengecoran specimen.....	34
Gambar 4.2 Spesimen uji impact pendingin air setelah dilakukan pengujian Tabel.....	37
Gambar 4.3 Spesimen Uji impact Pendingin Oli Setelah Dilakukan Pengujian....	38
Gambar 4.6 Spesimen uji impact setelah dilakukan pengujian.....	41
Gambar 4.7 Grafik hasil pengujian energi yang diserap pada specimen.....	43
Gambar 4.8 Hasil nilai rata rata <i>impact</i> pada spesimen uji.....	44

Gambar 4.9 Spesimen uji metallografi.....	45
Gambar 4.10 Spesimen uji metallografi oli.....	45
Gambar 4.11 spesimen uji metallografi air.....	46
Gambar 4.12 spesimen uji metallografi udara.....	46



DAFTAR NOTASI

E = Energi terserap (J)

P = Berat pendulum (N)

D = Diameter pendulum (m)

$\text{Cos } A$ = Sudut pemukulan awal ($^{\circ}$)

$\text{Cos } B$ = Sudut pemukulan akhir ($^{\circ}$)

D_n = Diameter nozzle (m)

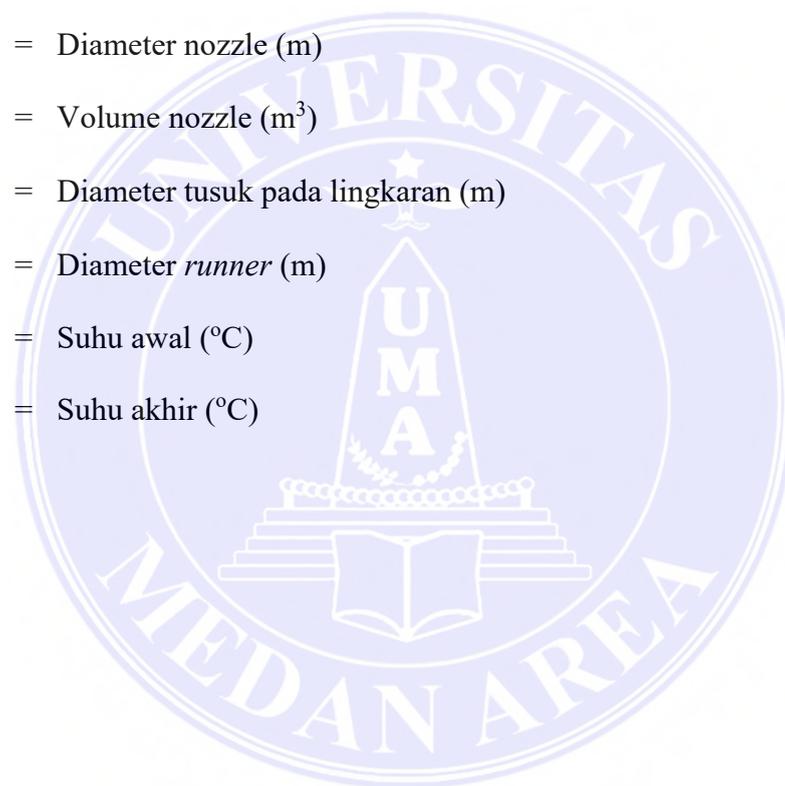
V_n = Volume nozzle (m^3)

D_t = Diameter tusuk pada lingkaran (m)

D_0 = Diameter *runner* (m)

T_1 = Suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Suhu akhir ($^{\circ}\text{C}$)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan salah satu sumber bagi kehidupan yang ada di bumi. Baik manusia, hewan dan tumbuhan, semua makhluk hidup memerlukan air untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Sungai mengalir dari hulu ke hilir bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Di provinsi jambi terdapat banyak sekali sungai-sungai besar maupun kecil yang terdapat di berbagai daerah(Wan Azlan Abdullah, 2019). Indonesia termasuk salah satu negeri yang kaya akan potensi energi alternatif tersebut baik itu energi panas bumi, sungai, angin dan surya. Bahan teknik secara global dapat dibagi menjadi dua yaitu bahan logam dan bahan non logam. bahan logam dibagi menjadi 2 kelompok yaitu logam besi (*ferro*) dan logam bukan besi (*non ferro*) (Abdillah, 2010). Banyak juga yang mencoba memproduksi turbin air dengan menggunakan material dari paduan alumunium, tetapi untuk pemakaian untuk jangka waktu lama alumunium masih kurang baik untuk bertahan terhadap erosi dan abrasi.

Dalam instalasi turbin Pelton, energi air diubah seluruhnya menjadi kecepatan air di lubang nosel sebelum masuk roda turbin. Perubahan energi ini dilakukan di dalam nosel dimana tinggi energi potensial yang dimiliki air, diubah jadi energi kinetik. Berkaitan dengan ini perancangan nosel termasuk bagian yang terpenting dalam suatu perancangan turbin Pelton. Dimensi-dimensi utama turbin baru bisa ditentukan oleh diameter jet (Endang, 2015). Turbin pelton merupakan

contoh terbaik dari turbin impuls sehingga turbin pelton adalah salah satu jenis turbin *head* atau volume serta laju aliran air sangat berpengaruh langsung terhadap kinerja dari turbin (Hadimi & Rohermanto, 2006).

Untuk itu perlu dilakukan analisis secara teori dan efisien guna mengetahui kekuatan dari material yang akan digunakan pada Turbin Pelton dengan proses casting melalui pengujian *impact*. Selain itu melihat kualitas dari proses casting perlu di lakukan pengujian Mikro melihat porositas yang terjadi pada saat proses penuangan dalam pengecoran logam, jumlah sudu 22 buah dan diameter runner wheel 22 cm, Sudu yang dirancang menggunakan material aluminium dengan campuran silikon dan mangan dengan dimensi panjang 70 mm, lebar 60 mm, lebar bibir splitter 22 mm.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan serta rumusan masalah yang akan dicoba untuk diselesaikan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisa nilai kekuatan hasil dari pengujian *impact* pada variasi dengan menggunakan fluida pendingin udara, air serta oli.
- b. Analisa mikrostruktur pada pada variasi dengan menggunakan fluida pendingin udara, air serta oli.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari analisa kekuatan Sudu ini:

- a. Untuk menghasilkan Sudu turbin Pelton menggunakan material aluminium dengan campuran silikon dan mangan.

- b. Untuk mengetahui pengaruh fluida pendingin udara, air serta oli terhadap kualitas sudu.
- c. Melakukan pengujian mikro struktur dan uji *Impact Charpy* untuk mengetahui kekutan sudu turbin pelton dengan metode *Aluminium Casting*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini :

- a. Untuk mendapatkan *mechanical properties* yang baik pada sudu turbin pelton dengan metode *casting*.
- b. Memberikan informasi untuk penelitian yang lebih lanjut.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian Sudu ini :

- a. Hasil dari manufaktur Sudu turbin Pelton ini dapat diterapkan pada turbin Pelton lainnya.
- b. Dapat memberikan informasi kepada mahasiswa atau peneliti lainya yang ingin mengembangkan hasil penelitan ini serta dapat dijadikan sebagai pembanding dalam pembahasan pada topik yang sama.
- c. Menambah referensi yang berhubungan dengan teknologi pembangkit listrik tenaga air mikrohidro pada bidang terkait.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan turbin impuls, yaitu turbin yang digerakkan oleh energi kinetik air. Semprotan (jet) air yang berkecepatan tinggi mengenai buket runner dan setelah menggerakkan runner air keluar pada kecepatan rendah, yang berarti sebagian energinya tidak diserap oleh runner. Tekanan air masuk dan keluar sudu adalah tekanan atmosfer (Hadimi & Rohermanto, 2006). Turbin pelton seperti Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Turbin Pelton

Turbin Pelton sendiri pertama kali ditemukan oleh insinyur Amerika yaitu Lester A. Pelton pada tahun 1880. Turbin pelton dioperasikan pada head sampai 1800 m, turbin jenis ini relatif membutuhkan jumlah air yang lebih sedikit dan biasanya posisi porosnya mendatar horizontal. Turbin pelton merupakan turbin impuls atau turbin aksi atau disebut juga dengan turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nozzel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer disekitarnya. Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang

diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nozzle. Turbin Pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin Pelton adalah turbin yang cocok digunakan untuk head tinggi.

2.2 Komponen Utama Turbin Pelton

Sebuah Turbin Pelton lengkap yang digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air memiliki komponen utama dan komponen tambahan yang mendukung fungsi kerja turbin pelton. Pada dasarnya turbin pelton terdiri atas runner, nozzle dan rumah turbin.

2.2.1 Runner

Runner Turbin Pelton seperti Gambar 2.1 terdiri atas cakera dan beberapa sudu yang terpasang di sekelilingnya. Sudu dipasang dengan pengunci baut ataupun dapat di las senyawa dengan cakera. Cakera dipasang ke poros dengan sambungan pasak atau dengan pengunci baut. Besarnya head jatuh air yang dirancang menentukan ukuran besarnya diameter runner yang digunakan, semakintinggi ataupun besar head jatuh air maka ukuran *runner* akan lebih baik jika semakin besar. Pemilihan diameter runner tergantung kepada kecepatan spesifik yang telah dirancang untuk turbin. Untuk turbin dengan pemilihan kecepatan putar yang tinggi maka akan di dapat ukuran roda turbin yang kecil, momen yang kecil, dan poros yang kecil. (Fritz Dietzel, 1988).



Gambar 2. 2 *Runner* Turbin Pelton

Kecepatan keliling *runner* suatu turbin dapat di hitung menggunakan rumus:

$$v = 0,44(\sqrt{2. g. h}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Diameter lingkaran tusuk dapat di hitung dengan persamaan:

$$D_t = \frac{60.v}{\pi.n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Untuk mencari diameter luar *runner* digunakan persamaan:

$$D_0 = D_t + 1,2. L_5 \dots \dots \dots (2.3)$$

2.2.2 Sudu (*Bucket*)

Sudu turbin pelton Seperti Gambar 2.2 berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing. Pemanfaatan tinggi air jatuh (*head*) memiliki hubungan yang erat dengan bentuk sudu turbin. Untuk *head* jatuh air yang tinggi kelengkungan sudu akan lebih tajam semakin tinggi *head* jatuh air bentuk sudu akan semakin melengkung kedalam. Untuk tinggi air jatuh yang rendah kelengkungan sudu tidak terlalu melengkung. Pembuatan sudu dari belahan pipa atau konstruksi las dengan bahan plat baja sama sekali tidak dianjurkan karena kekokohnya kurang dan efisiensinya rendah sudu bisa dibuat dari beragam bahan.



Gambar 2. 3 Sudu (*Bucket*)

2.2.3 *Nozzle*

Nozzle seperti Gambar 2.5 merupakan bagian dari turbin, didalam *nozzle* tekanan air dirubah menjadi kecepatan. *Nozzle* terdiri atas bagian selubung serupa hidung yang dipasang pada belokan pipa, dan jarum *nozzle* yang bisa digerakkan didalam belokan pipa. Kerucut jarum dan selubung, yang cepat aus, dibuat dari bahan bermutu tinggi serta mudah untuk diganti. Diameter *nozzle* suatu turbin juga disesuaikan dengan tinggi jatuh air (*head*) dan kapasitas air yang masuk, untuk turbin dengan tinggi jatuh yang besar dan daya yang besar sistem penyemprotan airnya dibagi lewat beberapa *nozzle*. (Fritz Dietzel, 1988 :28)



Gambar 2.3 *Nozzle*

Untuk menentukan diameter pancaran air atau nozzle maksimum digunakan persamaan:

$$d_n = 0,52 \sqrt{\frac{Q}{H}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Jarak pusat pancaran jet ke ujung sudu:

$$l. (1,2 . 1,9) d_n \dots\dots\dots(2.5)$$

sedangkan untuk menghitung kecepatan pancaran Jet menggunakan persamaan:

$$V_n = \frac{Q}{A_n}$$

$$V_n = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d_n^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

2.2.4 Rumah Turbin

Rumah turbin pelton seperti Gambar 2.4 berfungsi sebagai tempat pemasangan *nozzle* dan sekaligus sebagai pelindung turbin terhadap aktivitas kimia dan fisik di sekitarnya, suatu sistem turbin yang dibangun di daerah pegunungan dengan tanpa menggunakan rumah turbin cenderung lebih mudah mengalami korosipada bagian poros dan bearing suatu turbin, intensitas cahaya matahari mempercepat laju reaksi oksidasi pada bagian-bagian turbin yang berbahan besi ataupun baja. Hal ini akan memperpendek usia pemasangan suatu turbin.



Gambar 2.5 Rumah Turbin

2.3 Prinsip Kerja Turbin Pelton

Sebuah turbin pelton memenuhi prinsip dasar kaidah energi yang menyatakan bahwa suatu bentuk energi dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain. Arus air yang mengalir mengandung energi dan energi tersebut dapat diubah bentuknya misalnya perubahan dari energi potensial (tekanan) kedalam energi kinetis (kecepatan), atau sebaliknya. Apabila arus air dalam alirannya dilewatkan melalui turbin air, maka energi yang ada dalam air akan diubah menjadi bentuk energi.

2.4 Aluminium

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Paduan aluminium merupakan bahan baku dalam dunia industri, aluminium yang digunakan adalah aluminium 319 bahan digunakan untuk mendapatkan paduan aluminium yang memiliki sifat mekanik yang kuat dari perbedaan laju pembekuan (Lowther, E., & Djamil. S, 2017).

Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif. Aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan *ductility* yang cukup baik (aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang). Yang paling terkenal adalah penggunaan aluminium sebagai bahan pembuat pesawat terbang, yang memanfaatkan sifat ringan dan kuatnya. Aluminium digunakan secara luas dalam dunia modern. Memiliki penampilan berwarna putih keperakan dan menampilkan banyak sifat yang tidak biasa. Aluminium memiliki aplikasi luas dalam domain yang berbeda, seperti transportasi, dekorasi rumah dan aksesories, bangunan dan konstruksi, dll. Tidak ada logam lain dapat digunakan dalam banyak hal seperti aluminium. Paduan aluminium silikon (Al-Si) digunakan secara luas dalam bidang otomotif khususnya untuk piston karena memiliki ketahanan aus dan korosi yang baik, koefisien ekspansi termal yang rendah dan memiliki rasio kekuatan dan berat yang tinggi (Nindhia, T. G. 2010).

Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri, namun aluminium murni yang dijual di pasaran tidak pernah mengandung 100% aluminium, melainkan selalu ada pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang mungkin berada di dalam aluminium murni biasanya adalah gelembung gas di dalam yang masuk akibat proses peleburan dan pendinginan/pegecoran yang tidak sempurna, material cetakan akibat kualitas cetakan yang tidak baik, atau pengotor lainnya akibat kualitas bahan baku yang tidak baik (misalnya pada proses daur ulang aluminium).

Umumnya, aluminium murni yang dijual di pasaran adalah aluminium

murni 99%, misalnya aluminium foil. Aluminium disimbolkan dengan Al, dengan nomor atom 13 dalam tabel periodik unsur. Bauksit, bahan baku aluminium. Memiliki kandungan aluminium dalam jumlah yang bervariasi, namun pada umumnya di atas 40% 8 dalam berat. Senyawa aluminium yang terdapat di bauksit diantaranya Al_2O_3 , $Al(OH)_3$, $\gamma-AlO(OH)$, dan $\alpha-AlO(OH)$. Gambar 1. Bauksit (maria, 2015) Bijih bauksit terjadi di daerah tropika dan subtropika dengan kemungkinan pelapukan sangat kuat.

Bauksit terbentuk dari batuan sedimen yang mempunyai kadar Al nisbi tinggi, kadar Fe rendah dan kadar kuarsa SiO_2 bebasnyasedikit atau bahkan tidak mengandung sama sekali. Batuan tersebut misalnya sienit dan nefelin yang berasal dari batuan beku, batu lempung, lempung dan serpih. Batuan-batuan tersebut akan mengalami proses lateralisasi, yang kemudian oleh proses dehidrasi akan mengeras menjadi bauksit. Bauksit pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh geolog bernama Pierre Berthier pemberian nama sama dengan nama desa Les Baux di Selatan Perancis.

2.4.1 Sifat-Sifat Aluminium

1. Berat Aluminium

Aluminium punya sifat densitas yang rendah hanya sepertiga dari kepadatan atau densitas dari logam baja. Densitas logam ini hanya $2,7 \text{ g/cm}^3$ atau kalau dikonversikan ke kg/m^3 menjadi 2.700 kg/m^3 . Kepadatan yang relatif kecil membuatnya ringan tapi sama sekali tidak mengurangi kekuatannya.

2. Kekuatan Aluminium

Berbagai paduan logam aluminium memiliki kekuatan tarik antara 70 hingga 700 mega pascal. Kekuatan yang sangat besar. Sifat aluminium ini unik tidak seperti

baja. Pada suhu rendah baja akan cenderung rapuh tapi sebaliknya dengan alumunium. Pada suhu rendah kekuatannya akan meningkat dan pada suhutinggi malah menurun.

3. Tahan Karat (korosi)

Alumunium bereaksi dengan oksigen di udara membentuk lapisan oksida tipis yang ampuh melindungi badan logam dari korosi.

4. Non Magnetik

Alumunium adalah bahan nonmagnetik. Karena sifatnya ini maka alumunium sering digunakan sebagai alat dalam perangkat *X-ray* yang menggunakan magnet.

5. Tidak Beracun

Logam alumunium punya sifat tidak beracun sama sekali. Ia berada pada urutan ketiga setelah oksigen dan silikon unsur yang paling banyak di kerak bumi. Beberapa senyawa alumunium juga secara alami terbentuk dalam makanan yang kita konsumsi setiap hari. (sonawan, dkk, 2003).

Tabel 2.1. Karakteristik Aluminium

Sifat-sifat	Aluminium murni tinggi
Struktur Kristal	FCC
Densitas pada 20°C (sat. $103^{kg}/m^3$)	2.698
Titik lebur (°C)	660.1
Koefisien mulur panas kawat 20°~100°C (10-6/K)	23.9
Konduktifitas panas 20°~400°C (W/(m_K)	238
Tahanan listrik 20°C (10-8 K°_m)	2.69
Modulus elastisitas (GPa)	70.5
Modulus kekakuan (GPa)	26.0

Sebagaimana logam-logam lain, untuk merubah sifat aluminium menjadi

lebih kuat, maka dipadu dengan unsur-unsur lain sesuai dengan kebutuhan dan penggunaannya. Paduan aluminium (*aluminium alloy*) banyak di gunakan secara komersial karena mempunyai kekuatan yang lebih dibandingkan aluminium murni. Beberapa jenis logam ditambahkan kedalam aluminium murni dalam bentuk cair untuk menjadikannya lebih kuat dan lebih serbaguna. Unsur – unsur yang biasanya ditambahkan kedalam paduan aluminium adalah Cu, Zn, Mn, Mg, dan Si. Unsur- unsur tersebut jauh lebih tahan terhadap korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya yang disebabkan oleh reaksi dengan oksigen (Abdillah, F 2010). Kekuatan dari aluminium murni memang tidak sebaik logam-logam lainnya.

1. Aluminium murni

Aluminium dapat mencapai kemurnian 99,85%, dengan mengolah kembali dapat mencapai kemurnian 99,99%. Ketahanan korosi dari aluminium berubah menurut kemurniannya. Pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau di atasnya dapat digunakan di udara dan akan bertahan dalam waktu beberapa tahun. Hantaran listrik Al sekitar 65% hantaran listrik tembaga, tetapi massa jenisnya sekitar sepertiganya sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu dapat digunakan untuk kabel dan dibentuk *aluminium foil*.

2. Aluminium dan paduannya

Paduan Al di klasifikasikan dalam berbagai standard oleh berbagai negara di dunia. Standard Aluminium Association (AA) di Amerika menggunakan penandaan dengan empat angka sebagai berikut:

1xxx adalah Al Murni

2xxx adalah Al – Cu

3xxx adalah Al – Mn

4xxx adalah Al –Si

5xxx adalah Al – Mg

6xxx adalah Al – Mg – Si

7xxx adalah Al –Zn

Sebagai contoh paduan Al-Cu dinyatakan dengan angka 2xxx atau 2000, angka pada tempat kedua menyatakan modifikasi paduan. Jika angka kedua dalam penandaan ini menunjukkan nol, hal ini menyatakan paduan yang orisinal. Urutan angka 1 sampai 9 digunakan untuk menunjukkan modifikasi dari paduan orisinal, untuk paduan percobaan diberi penandaan awalan X.

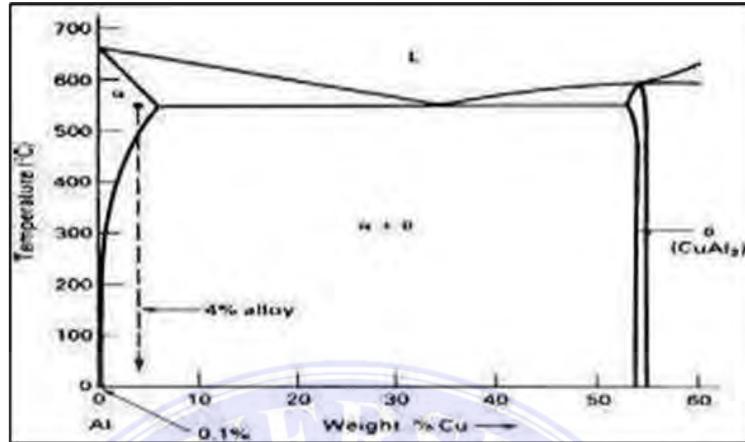
Tabel 2.2. Paduan Dan Seri Penamaan.

Paduan	Seri Penamaan
Aluminium dengan Kemurnian min. 99%	1xxx
Aluminium – Tembaga (Al-Cu)	2xxx
Aluminium – Mangan (Al-Mn)	3xxx
Aluminium – Silikon (Al-Si)	4xxx
Aluminium – Magnesium (Al-Mg)	5xxx
Aluminium – Magnesium – Silikon	6xxx
Aluminium – Seng (Zn)	7xxx
Paduan Lainnya	8xxx

A. Paduan Al – Cu dan Al – Cu – Mg (seri 2000)

Mengandung 4% Cu dan 0.5% Mg dan paduan ini dinamakan duralumin. Salah satu duralumin adalah paduan 2017, komposisi standarnya adalah aluminium dengan kandungan 4% Cu, 0.5% Mg, 0.5% Mn. Paduan yang ditingkatkan magnesiumnya dari komposisi standar, yaitu aluminium dengan kandungan 4.5% Cu, 1.5% Mg, 0.5% Mn yang disebut paduan 2024. Paduan yang mengandung Cu mempunyai ketahanan korosi yang jelek, jadi apabila ketahanan

korosi diperlukan permukaannya dilapisi dengan Al murni atau paduan Al yang tahan korosi, material yang telah dilapisi tersebut disebut Al *clad*.



Gambar 2.6 Diagram Fasa Al – Cu [9]

B. Paduan Al – Mn (seri 3000)

Mn (mangan) adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi, dan digunakan untuk membuat paduan yang tahan korosi. Paduan aluminium dengan kandungan 1.2% Mn dan 1% Mg disebut paduan 3003 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi.

C. Paduan Al – Si (seri 4000)

Kandungan Silicon pada diagram fasa Al-Si terdiri dari 3 macam yaitu;

1. Hipoeutectic yaitu apabila kandungan silicon terdapat <11,7% dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur ferrite (alpha) kaya akan aluminium, dengan struktur eutektik sebagai tambahan.
2. Eutectic yaitu apabila kandungan silicon yang terkandung didalamnya sekitar 11.7% sampai 12.2% pada komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fasa cair ke padat).
3. Hypereutectic yaitu apabila komposisi silicon 12.2% sehingga kaya akan silicon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan. Keberadaan struktur

Kristal silicon primer pada daerah ini mengakibatkan karakteristik yaitu :
Meningkatnya ketahanan aus, Ekspansi termal yang rendah, Memiliki ketahanan retak panas (hot traring) yang baik

2.5 Mangan

Mangan adalah logam berwarna abu-abu keperakan, merupakan unsur pertama logam golongan VIIB, dengan berat atom 54,94 g/mol, nomor atom 25, berat jenis 7,43 g/cm³. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, valensi 6. Di dalam sistem air alami dan juga di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi berubah-ubah tergantung derajat keasaman (pH) air. Sistem air alami pada kondisi reduksi, mangan dan juga besi pada umumnya mempunyai valensi dua yang larut dalam air. Oleh karena itu di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi valensi dua tersebut dengan berbagai cara dioksidasi menjadi senyawa yang memiliki valensi yang lebih tinggi yang tidak larut dalam air sehingga dapat dengan mudah dipisahkan secara fisik. Mangan di dalam senyawa MnCO₃, Mn(OH)₂ mempunyai valensi dua, zat tersebut relatif sulit larut dalam air, tetapi untuk senyawa Mn seperti garam MnCl₂, MnSO₄, Mn(NO₃)₂ mempunyai kelarutan yang besar di dalam air (Said, 2005).

Paduan aluminium silikon dan Mn merupakan logam yang banyak digunakan dalam perencanaan mesin. Logam ini merupakan logam paduan dengan silikon dan Mn sebagai paduan utamanya (Suherman, & Fahrizal. 2017). Logam paduan aluminium silikon dan Mn merupakan logam yang memiliki sifat mampu cor dan mampu alir yang baik, mempunyai permukaan yang bagus, serta

tanpa kegetasan panas. Untuk meningkatkan sifat mekanik paduan Al-Si dapat dilakukan dengan menambah Mg, Cu, dan Ni selanjutnya diperbiki dengan perlakuan panas. Penambahan unsur paduan seperti Mg, Cu dan Ni, membuat paduan Alumunium Silikon (Al-Si) memiliki respon yang baik terhadap perlakuan panas.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat dan Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober tahun 2021 dan selesai pada bulan November tahun 2022 dengan rincian waktu seperti yang terlihat pada tabel

3.1. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin USU.

Tabel 3.1. Waktu Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)								
		Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	
1.	Studi Literatur									
2.	Penyusunan Proposal									
3.	Seminar Proposal									
4.	Pengujian Pengecoran Logam									
5.	Pengumpulan Data									
6.	Analisa Data									
7.	Penulisan Laporan									
8.	Seminar Hasil									
9.	Perbaikam									
10.	Ujian Sidang									

3.2 Bahan dan Alat

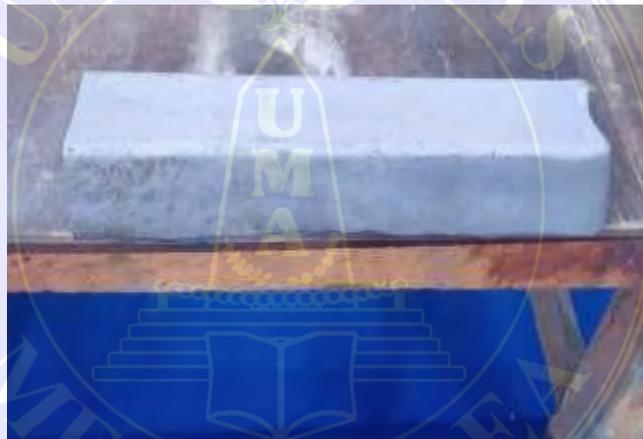
Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Bahan

1. Aluminium A319

Aluminium seperti yang terlihat pada gambar 3.1 adalah jenis logam yang paling banyak terdapat pada kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigendan silikon. Aluminium yang terdapat pada kerak bumi diperkirakan

sebanyak 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi. Produksi tahunan aluminium di dunia diperkirakan sebanyak 30.000.000 ton pertahun yang didapat dalam bentuk bauksit serta batuan lain seperti gibbsite, corundum, diaspor, boehemite dan lain-lain. Mengolah biji logam menjadi Al memerlukan energi yang besar, dan selain itu sumber biji aluminium juga semakin berkurang. Salah satu usaha untuk mengatasi hal ini adalah dengan melakukan daur ulang. Remelting pada paduan aluminium membutuhkan 5% dari energi yang dikonsumsi dalam produksi aluminium murni, termasuk pada penyimpanan dan transportasi (E. Surojo, T. Triyono, K. Wahyudi. 2009).



Gambar 3.1. Aluminium

2. Bubuk Silikon

Silikon merupakan elemen terbanyak ke 8 di alam semesta dari segi massanya, tetapi sangat jarang ditemukan dalam bentuk murni di alam hal itu dikarenakan silikon merupakan zat pasir serta paling banyak ditemukan pada unsur pasir, debu, planetoid dalam berbagai bentuk silikat. Lebih dari 90% kerak bumi terdiri dari mineral silikat, menjadikan silikon sebagai unsur kedua paling melimpah di kerak bumi setelah oksigen yaitu sekitar sekitar 28% massa.



Gambar 3. 2 silikon

3. Bubuk Mangan

Mangan adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi dan digunakan untuk membuat material dengan paduan yang tahan korosi. Paduan aluminium dengan kandungan 1.2% Mn dan 1% Mg disebut paduan 3003 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi. Penambahan unsur mangan (Mn) telah berhasil menunjukkan peningkatan kekuatan pada pengecoran Al (R. Andika, 2019). Pada gambar 3.3 menunjukkan serbuk mangan.



Gambar 3.3. Mangan

3.2.2 Alat Penelitian

1. Dapur peleburan

Pada proses pengecoran, logam harus dipanaskan sampai lebur selanjutnya dituangke dalam cetakan. Proses pemanasan dan peleburan logam dilakukan pada

dapur (*furnace*). Dapur peleburan logam berbagai macam jenisnya baik bentuk maupun jenis bahan bakar yang digunakan (M. Yusuf, Faisal, 2016). Dapur peleburan seperti yang terlihat pada gambar 3.4 terbuat dari drum yang didalamnya dilapisi dengan semen cor tahan api dan batu tahan api. Dapur peleburan pada penelitian ini berfungsi untuk membakar krusibel.



Gambar 3.4. Dapur Pelebur

2. *Stopwatch / Timer*

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu atau lama proses pengecoran, titik leleh pada spesimen dan menghitung waktu penuangan.



Gambar 3.5. Stopwatch

3. *Burner, regulator gas*

Burner digunakan untuk meleburkan aluminium ditungku peleburan dengan menggunakan gas LPG yang didistribusikan melalui selang gas dan regulator gas untuk mengatur pembakaran, adapun pembakaran terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.6. *Burner*, regulator gas

4. *Blower*

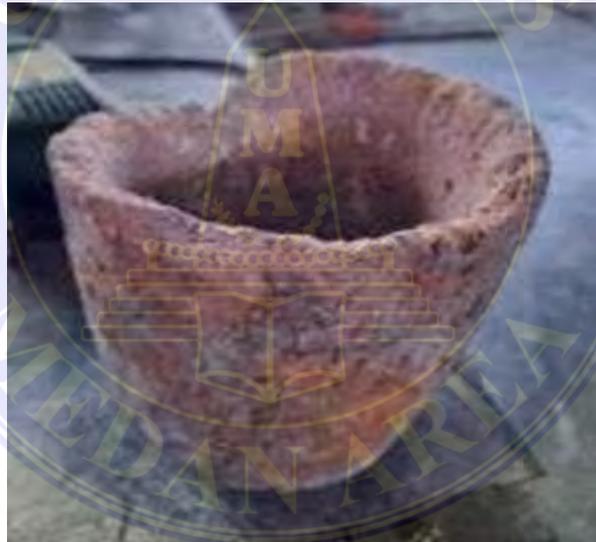
Blower seperti yang terlihat pada gambar 3.7, digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai alat penyuplai udara agar api dapat menyala dengan baik sehingga panas yang didapatkan dapat dijaga dan diatur sesuai dengan temperatur yang diinginkan untuk mencairkan aluminium.



Gambar 3.7. *Blower*

5. *Krusibel*

Dapur krusibel ini merupakan pengembangan dari desain dapur peleburan tradisional yang terbuat dari kowi tanah, dengan menggunakan sistem semburan api terpusat berkapasitas 5 kg/peleburan menjadi dapur kowi (krusibel) baja dengan sistem semburan api yang sama tetapi memiliki kapasitas peleburan yang lebih besar, sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi (S. Alviandra, Jumiadi, Mardjuki 2017). Krusibel yang digunakan berbentuk silinder dan terbuat dari *grafit*. Krusibel mempunyai batas maksimum penggunaan hingga ± 10 kali. Pemakaian krusibel harus dengan menghindari kontak langsung dengan air ketika telah selesai dilakukannya peleburan karena dapat mengurangi tingkat ketahanan krusibel diatas tumpukan pasir.



Gambar 3.8. Krusibel

6. Pegangan krusibel

Bahan baku, pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan coran, pembongkaran, pembersihan serta pemeriksaan hasil coran. Industri logam khususnya pengecoran logam mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang pembangunan saat ini. Untuk itu perlu penanganan yang khusus (E. Wahyono, A. Yulian, A.S.Darmawan 2012). Pegangan krusibel digunakan untuk

mengangkat krusibel ke dalam *furnance* dan mengeluarkannya dari *furnance*. Benda ini terbuat dari bahan besi yang dibentuk seperti gunting atau penjepit agar mampu mencekram krusibel agar tidak jatuh. Adapun gambar dari bentuk pegangan tersebut seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.9. Pegangan Krusibel

7. *Thermo Gun*

Thermo Gun digunakan untuk mengukur suhu aluminium pada saat dilakukan proses pengecoran. Adapun spesifikasi *Thermo Gun* yang digunakan sebagai berikut:

Dimensi : 150 x 94 x 40 mm

Berat : 108 gr.

Up to : 800°C -900°C



Gambar 3.10. Thermometer Type-K

8. Jangka Sorong

Jangka sorong seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.11 pada penelitian ini digunakan untuk mengukur dimensi hasi coran dan dimensi dari sebuah spesimen.



Gambar 3.11. Jangka Sorong

9. Timbangan Manual dan timbangan digital

Pada penelitian ini, timbangan manual digunakan untuk menimbang kebutuhan aluminium yang akan dicor dan timbangan diperlukan untuk menimbang resin dan hardener agar sesuai dengan berat komposisi yang dibutuhkan. Adapun gambar timbangan manual dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Timbangan manual

10. Mesin gergaji

Pada penelitian ini, mesin gergaji diperlukan untuk memotong suatu spesimen atau material sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Adapun gambar mesin gergaji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar3.13.



Gambar 3.13. Mesin Gergaji

11. Mesin sekrap horizontal

Mesin sekrap horisontal seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.14 digunakan untuk membuat dan membentuk spesimen uji mikro struktur dan spesimen uji *Impact Charpy Brinell* dengan standarisasi pengujian yang digunakan.



Gambar 3.14. Mesin Sekrap Horizontal

12. Alat uji metallografi

Alat uji metallografi yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop optik. Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai mikrostruktur dari suatu specimen material yang diuji. Mikroskop optik ini disambungkan dengan laptop yang nantinya hasil foto mikrostruktur dapat kita simpan dalam bentuk file foto. Adapun bentuk dari mikroskop optik yang digunakan seperti pada gambar. Spesifikasi dari mikroskop optik yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Merk : Raxvision Material Plus
- b. Lensa Pembesaran : 50x, 100x, 200x, 500x dan 800x



Gambar 3.15. Mikroskop optik

13. Mesin *polish* (*polish drum machine*)

Mesin *polish* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.16 pada penelitian ini berfungsi untuk memoles material specimen. Pemolesan dilakukan agar specimen material memiliki permukaan yang rata dan halus bebas gores. Hal ini dilakukan agar specimen yang akan diamati pada mikroskop optik dapat terlihat mikrostrukturnya dengan jelas.



Gambar 3.16. Mesin polish

14. Alat Uji Impact Charpy

Alat uji impact charpy yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.17. Alat ini digunakan pada penelitian ini untuk mendapat mengukur dan menilai kekuatan dari sebuah spesimen material penelitian. Adapun spesifikasi alat uji impact chappy yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Type : BH-3CF

Kapasitasmax : 3000 Kgf

Bolaindentasi : 3,5 mm – 10 mm.



Gambar 3.17. Alat Uji *Impact Charpy*

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Proses Produksi Alumunium

Alumunium merupakan salah satu material yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun proses produksi alumunium yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Memotong logam aluminium dengan menggunakan mesin gergaji.
2. Timbang bahan baku Aluminium sesuai dengan variasi tebal spesimen yang diinginkan. Untuk tebal 13 mm, yaitu 1000 gr. Kemudian masukan potongan alumunium ke *graphite crucible*.
3. Masukkan krusibel ke dalam dapur peleburan, dan biarkan aluminium melebur hingga sesuai dengan suhu yang diinginkan.
4. Campur aluminium dengan bubuk silicon dan mangan
5. Buka dapur peleburan untuk melihat apakah ada ampas atau kotoran, lalu bersihkan dan angkat ampas ataupun kotoran yang terlihat pada cairan aluminium.
6. Lakukan pengecekan suhu yang terdapat pada krusibel dengan menggunakan *thermogun*.
7. Setelah mencapai suhu tuang pada $1200^{\circ}\text{C} - 1300^{\circ}$, kemudian angkat krusibel dan tuangkan ke cetakan.
8. Lakukan kembali prosedur yang sama sehingga variasi spesimen yang diinginkan terpenuhi.



Gambar 3.16. Peleburan Aluminium

3.3.2 Proses Pembuatan Cetakan

Salah satu metode pengecoran adalah sand casting yang mana sampai sekarang masih banyak digunakan karena biaya produksi yang murah dan dapat memproduksi benda cor dengan kapasitas yang banyak (Qohar , A., Sugita, I. G., & Lokantara, I. 2017). Dapur krusibel merupakan dapur peleburan logam yang banyak digunakan dan merupakan dapur paling tua dibanding jenis dapur yang lainnya serta dapur ini juga sangat fleksibel karena wadah aluminium yang dilebur dapat diangkat dengan mudah (I. Rumanto, 2021). Proses pembuatan cetakan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Foundri, Adapun tahapan yang dilakukan pada proses pembuatan cetakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan cetakan *die casting* sesuai ukuran dari pengujian.
2. Masukkan spesimen material yang sudah di timbang kedalam wadah pengaduk lalu kemudian campur spesimen tersebut.
3. Kemudian dilakukan metode pendinginan dengan 3 variabel yaitu air, udara, dan oli.



Gambar 3.17. Cetakan die casting

3.3.3 Proses Pemotongan

Proses pemotongan logam menggunakan gergaji mesin dan gerinda tangan dengan ukuran spesimen yang sudah ditentukan, setelah dilakukan pemotongan sesuai dengan dimensi yang diinginkan, kemudian masuk ke tahap *machining* menjadi spesimen pengujian material sesuai standar ASTM.



Gambar 3.18. Pemotongan aluminium

3.4 Populasi dan Sampel

Setelah dilakukan pengecoran, material aluminium ini tidak bisa langsung digunakan sebagai spesimen uji, perlu dilakukan pembentukan sesuai dimensi dari

standar pengujian yang digunakan. Adapun cara yang dilakukan untuk pembuatan spesimen yaitu:

3.4.1 Pengujian *Impact Charpy*

Uji *Impact* adalah suatu pengujian material yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari sebuah material dalam menerima beban tumbuk agar kemudian dapat diukur besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan material tersebut dengan ayunan dari mesin *impact charpy* tersebut.



Gambar 3.19. Pengujian *impact*

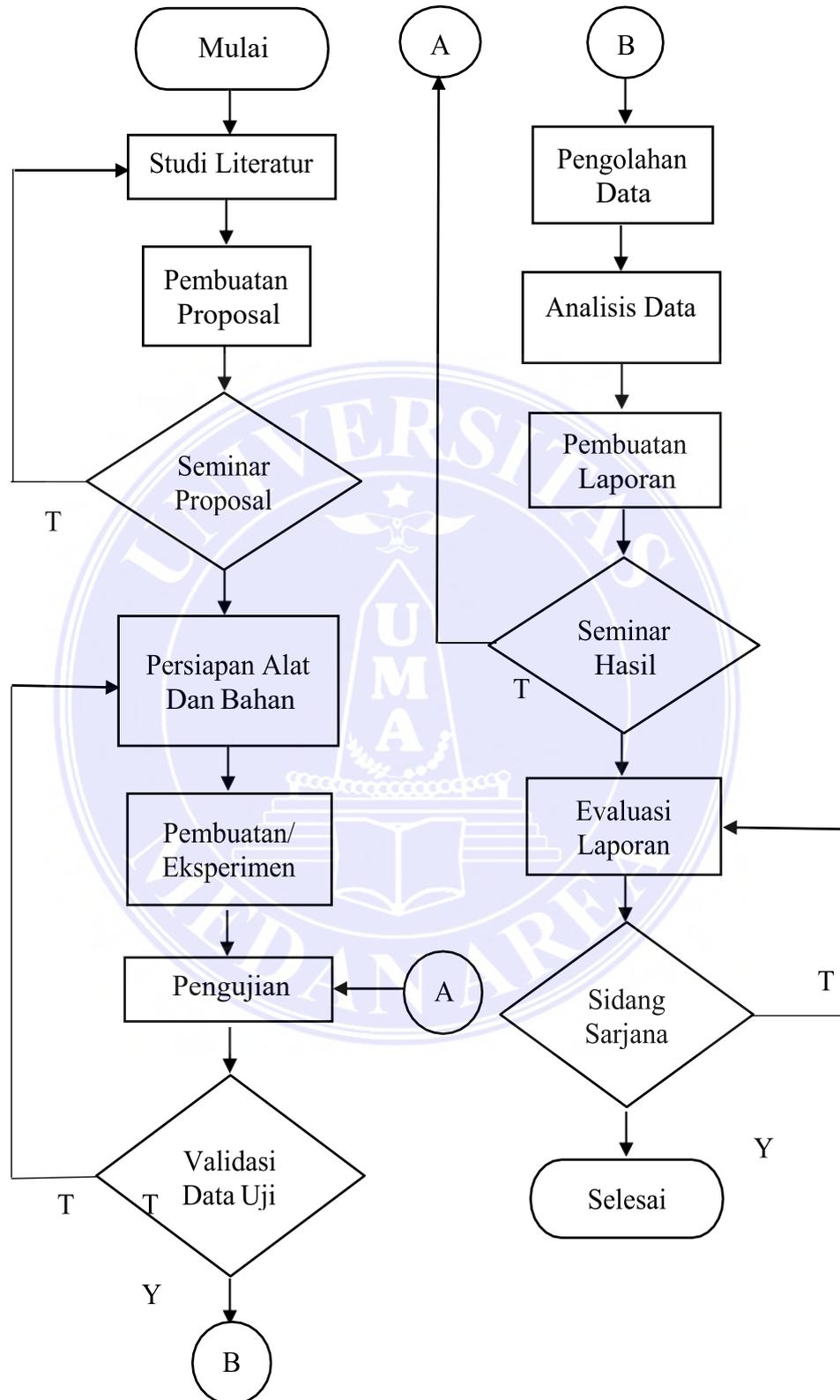
3.5 Prosedur Kerja

Pegoperasian alat ini dilakukan memasukan masing-masing varian spesimen material ke meja kerja lalu kemudian dilakukan pembacaan secara manual. Pembacaan struktur mikro spesimen bisa juga dilakukan dengan menyambungkan port output yang tersedia ke laptop agar nantinya hasil foto mikrostruktur dapat kita simpan dalam bentuk file foto. Adapun spesifikasi dari mikroskop optik yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Merk : Raxvision Material Plus

Lensa Pembesaran : 50x, 100x, 200x, 500x dan 800x

3.6 Diagram Alir Penelitian



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Dalam Penelitian ini sifat mekanik tertinggi didapatkan pada aluminium dan campuran bubuk silicon dan mangan dengan media pendingin oli bisa dilihat dari spesimen uji *impact* didapatkan nilai 147,2999 J. Untuk hasil uji *impact* terendah pada media pendingin air yaitu 63,0919 J.
2. Dari hasil pengujian metallografi dapat terlihat porositas pada variasi media pendingin oli lebih kecil daripada yang lainnya dan pada media pendingin air yang paling besar terlihat porositasnya.
3. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa Aluminium dan campuran bubuk silicon dan mangan dengan variasi media pendingin oli yang terbaik untuk digunakan sebagai bahan dengan hasil produk cetakan jadi pada pengecoran logam berbentuk sudu turbin Pelton.

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang berguna bagi penelitian selanjutnya :

1. Penelitian selanjutnya baik menggunakan pengecoran aluminium dan campuran serbuk silicon dan mangan dengan variasi media pendingin oli.
2. Pada proses pengecoran hindari serbuk silicon dan mangan mengalami pengurangan penggunaan sebab serbuk mudah bertaburan di udara.

DAFTAR PUSTAKA

- W.A. Abdullah. (2019). Perancangan Turbin Tife Pelton Untuk Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Teknik listrik, Universitas Batang hari Jambi.
- Abdillah, F. (2010). Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas. Program Studi Magister Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Hanim, A., Azam, M., & Hidayanto, E. (2007). Penentuan Kandungan Unsur Aluminium, Mangan, Dan Silikon Dalam Air Sungai Code Terhadap Waktu Sampling Dengan Metode Aanc. Hal 25-30.
- E.Prihastuty. (2015). Perancangan *Nozzel* Dan Sistem Perpipaan Pada Turbin Pelton. Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon.
- Hadimi & Rohermanto. (2006). Rancang Bangun Model Turbin Pelton Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi Dan Mekanika Fluida. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak.
- Lowther, E., & Djamil, S, (2017). Pengaruh Perbedaan Laju Waktu Proses Pembekuan Hasil Cor Aluminium 319 Dengan Cetakan Logam Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta.
- Nindhia, T. G. (2010). Studi Struktur Mikro Silikon Dalam Paduan Aluminium-Silikon Pada Piston Dari Berbagai Merek Sepeda Motor. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.
- Qohar , A., Sugita, I. G., & Lokantara, I. (2017). Pengaruh Permeabilitas Dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat Dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium

- Silikon (Al-Si) Menggunakan Sand Casting. *Vol.6 No.1, Januari 2017 (1-6)*.
- Suherman, & Fahrizal. (2017). Pengaruh Penambahan Mn Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Paduan Al-10si Dengan Metode Lost Foam Casting.
- M. Yusuf, Faisal, (2016). Rancang Bangun Dapur Peleburan Logam Non Fero Berbahan Bakar Gas Sebagai Sarana Pembelajaran Di Laboratorium Teknik Manufaktur. 2jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
- E. Surojo ,T. Triyono, K. Wahyudi. (2009). Pengaruh Remelting Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Paduan Cor Al – Si. - Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS.
- I. Rumanto, (2021). *Analisis Computational Fluid Dynamiv (CFD) Penyebaran Panas Pada Dapur Peleburan Aluminium*. Universitas Sdains Al-Qur'an.
- S. Alviandra, Jumiadi, Mardjuki (2017). Pengaruh Penambahan Unsur Paduan Magnesium Pada Al-Si Menggunakan Dapur Krusibel Terhadap Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro.
- E. Wahyono, A. Yulian, A.S.Darmawan (2012). Redesain Dapur Krusibel Dan Penggunaannya Untuk Mengetahui Pengaruh Pemakaian Pasir Resin Pada Cetakan Centrifugal Casting. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- R. Andika (2019). *Analysis Of Hardness And Micro Structure Of Used Aluminium Casting On Brake Soe With Addition Af Manganese Element (Mn)*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Unuversitas Islam Riau.

LAMPIRAN

Lampiran 1

