



**UJI MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA
KERANGKA TURBIN ULIR *ARCHIMEDES* UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *MIKROHIDRO***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang
Program Diploma Tiga

Disusun oleh:

Nama : Akhmad Sugih Hartono

NIM : 18021026

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA
TAHUN 2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**UJI MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KERANGKA
TURBIN ULIR *ARCHIMEDES* UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA *MIKROHIDRO***

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Siding Tugas Akhir

Oleh:

Nama : Akhmad Sugih Hartono

NIM : 18021026

Tegal, 10 Juni 2021

Pembimbing I



Firman Lukman Sanjaya, S.T. M.T
NIDN. 0630069202

Pembimbing II



Drs. Agus Suprihadi M.T
NIDN. 8800650017

Mengetahui,
Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin
Politeknik Harapan Bersama Tegal



M. Taufik Qurohman M.Pd
NIPY. 08.015.265

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

Judul : UJI MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA
KERANGKATURBIN ULIR *ARCHIMEDES* UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *MIKROHIDRO*

Nama : Akhmad Sugih Hartono

NIM : 18021026

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Jenjang : Diploma Tiga (III)

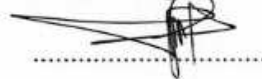
Dinyatakan **LULUS** Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Laporan Tugas Akhir Program Studi D III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.

Tegal, 12 Juli 2021

1. Penguji I

Firman Lukman Sanjaya, M.T
NIDN. 0630069202

Tanda Tangan



2. Penguji II

M. Khumaidi Usman, M.Eng
NIDN. 0608058601

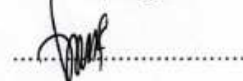
Tanda Tangan



3. Penguji III

Faqih Fatkhurrozak, M.T
NIDN. 0616079002

Tanda Tangan



Mengetahui,
Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin
Politeknik Harapan Bersama



M. Taufik Qurohman M.Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Akhmad Sugih Hartono
NIM : 18021026
Judul Tugas Akhir : Uji Mekanik Kekuatan Sambungan Las Pada Kerangka Turbin Ulir *Archimedes* untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.

Menyatakan bahawa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis di acuan dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsure plagiarisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporan sebagai Laporan Tugas Akhir sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 10 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Akhmad Sugih Hartono
NIM. 18021026

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPERLUAN AKADAMIK**

Sebagai mahasiswa Prodi D III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Akhmad Sugih Hartono

NIM : 18021026

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Prodi D III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Hak Bebas Loyalti Non Eksklusif (*Non Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “UJI MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KERANGKA TURBIN *ARCHIMEDES* UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *MIKROHIDRO*” dengan Hak Bebas Loyalti Non Eksklusif ini Prodi D III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama berhak menyimpan, mengalih-media/formtkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, menampilkan/mempublikasikan ke internet atau media lain untuk kepentingan akademik tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Prodi D III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama, sebagai bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tegal, 06 September 2021

Yang membuat pernyataan,



Akhmad Sugih Hartono
NIM.18021026

ABSTRAK

UJI MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KERANGKA TURBIN ULIR *ARCHIMEDES* UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Disusun oleh:

Akhmad Sugih Hartono

Email: Akhmadhartono77777@gmail.com

Diploma III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama, Jl. Dewi Sartika No.71
Kota Tegal

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya penggunaan listrik. Sumber energy air bisa menjadi alternatif, turbin *Archimedes* adalah salah satu pembangkit listrik tenaga air yang mudah perawatan dan penggunaannya. Penggunaan turbin *Archimedes* yang komponennya berhubungan langsung dengan air dibutuhkan material yang tahan karat dan kekuatan sambungan las yang baik. Pengelasan SMAW adalah pengelasan yang sering digunakan pada baja tahan karat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekerasan sambungan las pada kerangka turbin *Archimedes* dengan menggunakan pengelasan TIG kampuh (60°) arus 80 *Ampere* pendinginan udara. Pengujian dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal. Specimen uji tarik diuji menggunakan alat *Universal Testing Machine* dengan Metode uji JIS Z 2241:2011 dan alat uji kekerasan menggunakan alat 206 RT dengan metode uji JIS Z 2243:2008. Hasil uji tarik terbaik terdapat pada specimen III dengan nilai beban tarik maksimal (*Max Force*) sebesar 22,0125Kn, dan kuat tarik (*Max Stress*) sebesar $386,821\text{N/mm}^2$ Sedangkan Hasil terendah pada specimen I dengan nilai beban tarik maksimal (*Max Force*) sebesar 20,7297 Kn dan kuat tarik (*Max Stres*) sebesar $311,023\text{N/mm}^2$. Sedangkan hasil pengujian kekerasan terbaik terdapat pada daerah Logam las dengan kekerasan 185 HB dan hasil terendah pada daerah HAZ dengan nilai kekerasan 166,33 HB

Kata Kunci: Uji Mekanik sambungan las, uji tarik & uji kekerasan, *Archimedes*, PLTMH

ABSTRACT

MACHANICAL TEST OF THE STRENGHT OF WELDING JOINTS ON ARCHIMEDES TREATH TURBINE FRAMEWORK FOR MICROHYDRO POWER PLANT

Disusun oleh:

Akhmad Sugih Hartono

Email: Akhmadhartono77777@gmail.com

Diploma III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama, Jl. Dewi Sartika No.71
Kota Tegal

The increase in population causes an increase in the use of electricity. Water energy sources can be an alternative, the Archimedes turbine is one of the hydroelectric power plants that is easy to maintain and use. The use of the Archimedes turbine whose components are directly related to water requires rust-resistant materials and good weld strength. SMAW welding is a welding that is often used on stainless steel. The purpose of this study was to determine the tensile strength and hardness of the weld joint on the framework of the Archimedes turbine using TIG welding seam (60°) with a current of 80 Ampere air cooling. The test was carried out at the UPTD Industrial Laboratory, Tegal Regency. JIS Z 2241:2011 test and hardness tester using 206 RT with JIS Z 2243:2008 test method. The best tensile test results are found in specimen III with a maximum tensile load value (Max Force) of 22,0125Kn, and a tensile strength (Max Stress) of 386.821N/mm². While the lowest results are in specimen I with a maximum tensile load value (Max Force) of 20.7297 Kn and tensile strength (Max Stress) of 311.023 N/mm². Meanwhile, the best hardness test results are found in the weld metal area with a hardness of 185 HB and the lowest result is in the HAZ area with a hardness value of 166.33 HB.

Keywords: Mechanical testing of welded joints, tensile test & hardness test, Archimedes, PLTMH

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin di Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak M. Taufik Qurohman, M.Pd selaku dosen Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.
2. Bapak Firman Lukman Sanjaya, S.T, MT Selaku dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Drs.Agus Suprihadi, MT selaku dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak, Ibu, dan Keluarga yang telah memberikan dorongan, do'a dan semangat yang tiada habisnya.
5. Teman-teman dan Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk ksempurnaan dan kemajuan penulis dimasa mendatang sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Tegal, 10 Juni 2021

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Berdoa dengan bersungguh-sungguh untuk mendapatkan sesuatu yang dituju.
2. Besabar dalam menghadapi kesulitan dan bertindak bijaksana dalam mengatasinya.
3. Berangkat dengan penuh semangat, berjalan dengan mimpi yang berdampingan dan saya capai tujuan.
4. Saya datang, saya berjuang, saya dibimbing, saya lulus dan saya menang

PERSEMBAHAN

1. Ayah dan ibuku tercinta yang telah membesarkanku dengan kasih sayang yang telah memberikan motivasi, dukungan dan doa.
2. Kakak, adik, keluarga dan Wulan Anugrah Putri yang selalu memberikan semangat dan doa disetiap langkah.
3. Bapak dan ibu dosen DII Teknik Mesin yang telah membimbing selama melaksanakan studi di Politeknik Harapan bersama.
4. Dosen pembimbing yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
5. Teman Prodi DII Teknik Mesin angkatan 2018 dan Almamaterku.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPERLUAN PUBLIKASI AKADEMIK	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGHANTAR	viii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Mikrohidro</i> (PLTMH)	7
2.2 Turbin <i>Archimedes Screw</i>	8
2.3 Jenis – jenis Turbin.....	8
2.3.1 Turbin <i>Impuls</i>	8
2.3.2 Turbin Reaksi	10
2.4 Komponen <i>Archimedes Screw</i>	13
2.4.1 Poros Turbin Ulir	13
2.4.2 Kerangka	14

2.4.3	Generator.....	14
2.4.4	Lampu.....	15
2.4.5	Kabel	15
2.5	Pengertian Pengelasan	15
2.6	Macam – Macam Pengelasan Pada <i>Stainless Steel</i>	16
2.6.1	Pengelasan SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)	16
2.6.2	Pengelasan TIG (<i>Tungsten Inert Gas</i>).....	18
2.6.3	Pengelasan MIG (<i>Metal Inert Gas</i>).....	18
2.7	Rumus Dasar Pengujian.....	19
2.7.1	Pengujian Tarik	19
2.7.2	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		24
3.1	Diagram Penelitian	24
3.2	Alat dan Bahan	25
3.2.1	Alat.....	25
3.2.2	Bahan.....	28
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	29
3.3.1	Metode Literatur.....	29
3.3.2	Metode Observasi.....	29
3.3.3	Metode Ekperimen	29
3.3.4	Prosedur Pengujian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Hasil Pengujian.....	40
4.1.1	Uji Tarik	40
4.1.2	Uji Kekerasan.....	42
4.2	Pembahasan	44
4.2.1	Uji Tarik	44
4.2.2	Pengujian Kekerasan.....	52
BAB V PENUTUP.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		A-1

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema PLTMH	8
Gambar 2.2 Turbin <i>ArchimedesSrew</i>	9
Gambar 2.3 Turbin <i>Pelton</i>	10
Gambar 2.4 Turbin <i>Crossflow</i>	11
Gambar 2.5 Turbin Kaplan	11
Gambar 2.6 Turbin <i>Francis</i>	12
Gambar 2.7 Turbin <i>Propoller</i>	13
Gambar 2.8 Turbin Air	14
Gambar 2.9 Poros Turbin Ulir	14
Gambar 2.10 Kerangka	15
Gambar 2.11 Generator	15
Gambar 2.12 Lampu	16
Gambar 2.13 Kabel	16
Gambar 2.14 Pengelasan.....	17
Gambar 2.15 Las SMAW.....	18
Gambar 2.16 Las TIG	19
Gambar 2.17 Las MIG	20
Gambar 2.18 Skema uji Tarik	23
Gambar 2.19 Geometri <i>Indentor Brinell</i>	24
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Alat Uji Tarik <i>Universal Testing Machine</i>	26
Gambar 3.3 Alat Uji Kekerasan <i>Affri 206RT</i>	27
Gambar 3.4 Mesin CNC	27
Gambar 3.5 Titik Gerenda	28
Gambar 3.6 Mesin las TIG.....	28
Gambar 3.7 Amplas	28

Gambar 3.8 Jangka Sorong	29
Gambar 3.9 Plat <i>Stainless stell</i> 304.....	29
Gambar 3.10 <i>Stainless stell</i> 304	30
Gambar 3.11 Plat uji tarik	31
Gambar 3.12 Benda uji Kekerasan.....	31
Gambar 3.13 Specimen uji Tarik.	32
Gambar 3.14 Specimen standart ASTM.	32
Gambar 3.15 Benda uji Kekerasan.....	33
Gambar 3.16 Titik uji Kekerasan.	33
Gambar 3.17 Pengencangan Spesimen.	34
Gambar 3.18 Spesimen patah.....	34
Gambar 3.19 Spesimen hasil uji.....	35
Gambar 3.20 Benda uji Kekerasan.....	35
Gambar 3.21 <i>Indentor</i> uji.....	36
Gambar 3.22 Besar beban.	36
Gambar 3.23 Uji daerah Logam induk.....	37
Gambar 3.24 Kalibrasi	37
Gambar 3.25 Pemberian beban awal.....	38
Gambar 3.26 Pemberian beban utama.	38
Gambar 3.27 Pembebasan beban.	38
Gambar 3.28 Titik pengujian HAZ	39
Gambar 3.29 Titik pengujian Logam Las	39
Gambar 3.20 Specimen hasil pengujian.....	40
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Spesimen I.....	47
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Spesimen II	48
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Spesimen III.....	48
Gambar 4.5 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik sambungan las <i>stainless stell</i> 304 Spesimen I	41
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik sambungan las <i>stainless stell</i> 304 Spesimen II	42
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik sambungan las <i>stainless stell</i> 304 Spesimen III	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan sambungan las <i>stainless stell</i> 304 pada daerah Logam Induk	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kekerasan sambungan las <i>stainless stell</i> 304 pada daerah HAZ	44
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kekerasan sambungan las <i>stainless stell</i> 304 pada daerah Logam Las	45
Tabel 4.7 Dimensi Spesimen.....	47
Tabel 4.8 Hasil Kekuatan Tarik	47
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Kekerasan.....	51

DAFTAR RUMUS

Rumus 1 Tegangan.....	21
Rumus 2 Renggangan	21
Rumus 3 Tegangan Maksimum	22
Rumus 4 Kuat Tarik.....	22
Rumus 5 Kuat Luluh	23
Rumus 6 <i>Max Force</i> asli	50
Rumus 7 <i>Max Stress</i> asli	50
Rumus 8 <i>YP Force</i> asli.....	51
Rumus 9 <i>YP Stress</i> asli.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Kesediaan Pembimbing.....	A-1
Lampiran 2. Lembar Bimbingan Tugas Akhir.....	A-2
Lampiran 3. Laporan Uji Kekerasan.....	A-6
Lampiran 4. Laporan Uji Tarik.....	A-7
Lampiran 5. Hasil Uji Tarik Spesimen I.....	A-8
Lampiran 6. Hasil Uji Tarik Spesimen II.....	A-9
Lampiran 7. Hasil Uji Tarik Spesimen III.....	A-10
Lampiran 8. Dokumentasi.....	A-11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan penggunaan listrik semakin meningkat sehingga menyebabkan krisis energy fosil. Solusi untuk masalah tersebut adalah menggunakan energy alternative yang dapat diperbaharui dan mudah didapatkan salah satunya adalah energy air. Energy air dapat dimanfaatkan menjadi sumber energy listrik apabila dikelola dengan baik dan menggunakan alat yang benar. Namun, pembuatan alat tersebut menghabiskan biaya yang besar, tempat yang luas dan waktu yang lama. *Archimedes Screw* adalah salah satu jenis tenaga *mikrohidro* yang mampu mengubah energy dari aliran air menjadi energy listrik dengan *head* rendah. Selain itu, biaya pembuatan turbin ini juga hanya memerlukan biaya yang kecil dan dari segi perawatan pun relative lebih mudah. Prinsip kerja dari *Archimedes Srew* adalah tekanan air akan diubah menjadi gerak mekanik oleh turbin yang selanjutnya gerak mekanik ini dihubungkan ke generator untuk diubah menjadi energy listrik (Julian, I.P dkk, 2018).

Penerapan turbin *Archimedes screw* yang sebagian besar komponennya berhubungan langsung dengan aliran air maka dibutuhkan bahan material yang tahan korosi, terutama pada bagian kerangka. Selain harus memiliki bahan yang tahan korosi, kerangka juga harus memiliki ketahanan yang baik terhadap tekanan aliran air. Maka, dibutuhkan kekuatan sambungan las yang baik untuk mendapatkan

kekuatan maksimal pada kerangka. Pengelasan dengan elektroda terbungkus SMAW, adalah adalah cara yang sering digunakan dalam pengelasan baja tahan karat dibanding metode pengelasan yang lain. Proses pengelasan merupakan kegiatan penyambungan logam melalui fase cair logam sebelum akhirnya membeku dan terjadi suatu sambungan. Proses panas terjadi pada 3 daerah, yaitu daerah las, daerah pengaruh panas dan daerah logam induk. Adanya perbedaan pendistribusian panas tersebut, maka akan terjadi perbedaan struktur mikro pada ketiga daerah lasan tersebut (Arfiyany dkk, 2020).

Penelitian tentang kekuatan mekanik sambungan las telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain, Pengujian mekanik pada stainless steel 304, uji kekerasan menghasilkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 242,13 HVN di daerah HAZ. Pada pengujian tarik daerah putus ada di antara daerah HAZ dan base metal. Tegangan tarik rata-rata sebesar 75,5 kgf/mm² dan elongasi 48,67 % (Asmadi dkk, 2020). Sedangkan Fran nur felani dkk 2017. Melakukan uji perbandingan kekuatan tarik pengelasan *stainless steel* AISI 304 menggunakan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) dan las MIG (*Metal Inert Gas*) dengan variasi media pendingin. Hasil uji tarik dari hasil pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 menggunakan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) memiliki kekuatan tarik lebih tinggi yaitu 590,63 N/mm² dengan menggunakan media pendingin udara bebas, sedangkan dari las MIG (*Metal Inert Gas*) hanya menghasilkan kekuatan tarik 251,25 N/mm² dengan menggunakan media pendingin air garam.

Kajian kekuatan mekanik sambungan las kerangka turbin *Archumedes* masih perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi real agar turbin ulir dapat

diaplikasikan secara optimal. Atas pertimbangan diatas penulis mencoba membuat penelitian yang berjudul “Uji mekanik kekuatan sambungan las pada kerangka turbin ulir *Archimedes* untuk pembangkit listrik tenaga *Mikrohidro*”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah Penelitian Uji mekanik kekuatan sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* sebagai berikut:

1. Bagaimana kekuatan tarik sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*?
2. Bagaimana kekuatan kekerasan sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*?

1.3 Batasan Masalah

Rumusan masalah penelitian Uji mekanik kekuatan sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* sebagai berikut:

1. Pengujian pada sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.
2. Pengujian hanya pada kekuatan tarik dan kekerasan sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.
3. Menggunakan bahan *Stainless Steel 304*.
4. Menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*).
5. Arus mesin las 80 Ampere.

1.4 Tujuan

Tujuandari Penelitian Uji mekanik kekuatan sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kekuatan kekerasan Sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.
2. Untuk mengetahui kekuatan Tarik sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari Penelitian Uji mekanik kekuatan sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui kekuatan kekerasansambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.
2. Dapat mengetahui kekuatan tarik sambungan las pada kerangka Turbin Ulir *Archimedes* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.
3. Dapat memanfaatkan sumber energi air sebagai pembangkit listrik.
4. Dapat mengedukasi masyarakat tentang pemanfaatan sumber energy air sebagai pembangkit listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penyusunan laporan adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang ruang lingkup penyusun, tujuan penulisan laporan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisi tentang dasar – dasar teori yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan yaitu yang berkaitan dengan pengertian alat PLTMH, macam-macam Turbin, Komponen Turbin *Archimedes*, pengertian Las, macam-macam las pada *stainless stell*, serta rumus dasar pengujian tarik dan tekan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang diagram alur penelitian yang akan dilakukan, alat dan bahan pengujian, metode analisa data, metode pengumpulan data, variable penelitian, serta langkah- langkah penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari pengujian tarik dan kekerasan pada sambungan las kerangka turbin ulir *Archimedes* untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro*.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

LAMPIRAN

Lampiran berisi informasi tambahan yang mendukung melengkapi laporan, seperti data perhitungan, surat kesediaan pembimbing, tanda terima penyerahan laporan, dokumentasi hasil penelitian, tabel hasil pengujian dan lain-lainnya.

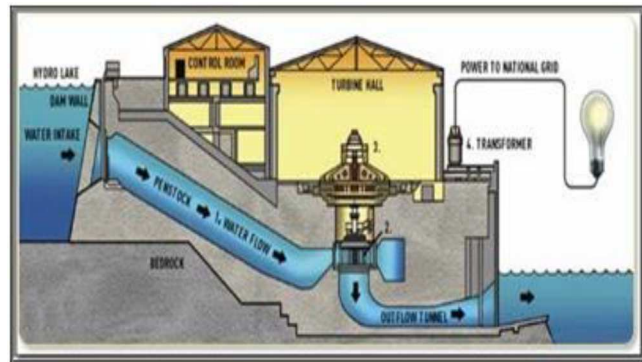
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

PLTMH adalah sebuah alat pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan energi air sebagai sumber energi penggerak, yaitu dengan cara memanfaatkan jumlah debit air dan tekanan air. Karena skalanya yang kecil, PLTMH memiliki batasan daya hasil dibawah 100kW per unitnya. Prinsip kerja dari alat ini adalah memanfaatkan ketinggian jatuh air (*head*) dan debit air pada sungai atau air terjun, air akan masuk melalui *intake* atas dan selanjutnya mengalir melalui sela – sela sudu / ulir, pada saat inilah tekanan air yang mengalir akan menggerakkan turbin. Gerak mekanik turbin akan memutar generator yang akan menghasilkan arus listrik

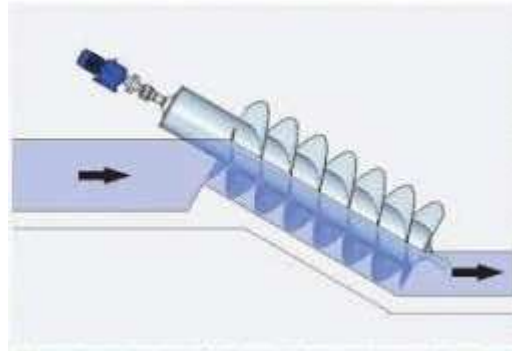
Secara teknis, *mikrohidro* mempunyai tiga komponen utama yaitu air sebagai sumber energi, turbin dan generator. Air mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu melalui pipa pesat menuju rumah instalasi (*power house*). Dirumah instalasi, air tersebut akan menumbuk turbin sehingga akan menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros turbin, putaran poros turbin akan memutar generator sehingga dihasilkan energi listrik(Sukamta Sri. dkk, 2013).



Gambar 2.1 Skema PLMTH
 Sumber: (Sukamta Sri. dkk, 2013)

2.2 Turbin Archimedes Screw

Turbin Ulir atau *Archimedean Screw* merupakan turbin yang sudah ada pada zaman kuno yang dimanfaatkan sebagai pompa air untuk pengairan. Seiring dengan krisis energi dan terbatasnya potensi energi air dengan *head* yang tinggi, maka pada tahun 2007 seorang insinyur memodifikasi pompa *Archimedes* yang dibalik dan membiarkan air mengendalikan pompa dan pada ujung pompa dipasang generator, maka dapat menghasilkan listrik selama generator tersebut tidak terendam air atau terkena air. Turbin ulir ini dapat digunakan pada *head* rendah. Sudut *blade* pada turbin ulir biasanya ditetapkan pada sudut 220. Turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator (Saefudin E. dkk, 2017).



Gambar 2.2 Turbin *Archimedes*
 Sumber: (Saefudin E. dkk,2017)

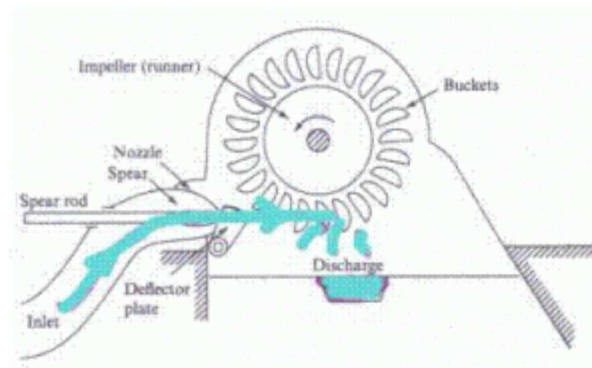
2.3 Jenis – jenis Turbin

2.3.1 Turbin *Impuls*

Turbin *Impuls* merupakan turbin air yang memiliki tekanan sama pada setiap sudu gerakannya. Energi potensial air akan diubah menjadi energi kinetik oleh *nozzle*. Air keluar melalui *nozzle* dengan tekanan tinggi akan membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu, arah kecepatan akan berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*impuls*), akibat benturan sudu tersebut akan menggerakkan turbin. Jenis turbin impuls diantaranya adalah turbin Pelton, turbin turgo dan turbin *Crossflow*(Rapa'i A. dkk,2014).

a. Turbin Pelton

Turbin pelton memiliki *nozzle* untuk menyemburkan air. Energi air yang masuk ke dalam roda turbin dalam bentuk energi kinetik. Pada saat air melewati roda turbin, energi kinetik diteruskan oleh poros ke generator.



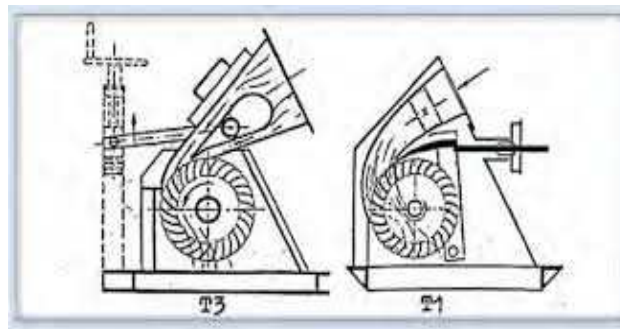
Gambar 2.3 Turbin Pelton
 Sumber: (Dietzel Fritz dkk,1996)

b. Turbin Turgo

Turbin turgo berada pada *head* 30m-300m. Kecepatan putaran turbin turgo lebih besar dari kecepatan putaran turbin pelton.

c. Turbin *Cross-flow*

Turbin *crossflow* memiliki *range* debit 20 liter/s sampai 10 m³/s dan tinggi jatuh air antara 1m-200m. Aliran air masuk kesudu turbin secara radial. Air mengalir melalui celah-celah sudu yang membentuk silinder. Jadi cara kerjanya mirip dengan turbin pelton yaitu hanya sebagian sudu yang terkena mengembalikan aliran air. Turbin *cross-flow* mempunyai *nozzle* dengan bentuk persegi panjang yang lebarnya sama dengan lebar *runner*. Air masuk turbin dan membentur sudu sehingga terjadi perubahan energi kinetik menjadi energi mekanis (Dietzel Fritz dkk,1996).



Gambar 2.4 Turbin *Crossflow*
 Sumber:(Dietzel Fritz dkk,1996)

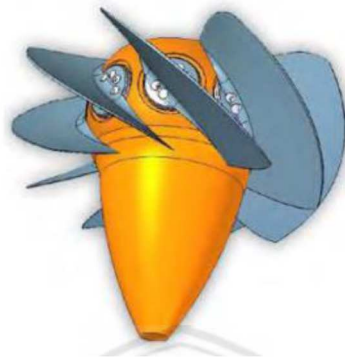
2.3.2 Turbin Reaksi

Sudu pada turbin reaksi mempunyai disain khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan selama melewati sudu. Perbedaan tekanan ini akan memberikan gaya pada sudu sehingga turbin dapat berputar. Turbin reaksi akan mengubah energi kinetik juga energi tekanan secara bersamaan menjadi energi mekanik. Jenis dari turbin ini diantaranya adalah turbin *francis* dan turbin kaplan (Arimunandar W. dkk,1997).

Turbin reaksi dibagi menjadi 3 yaitu :

a. Turbin *Kaplan*

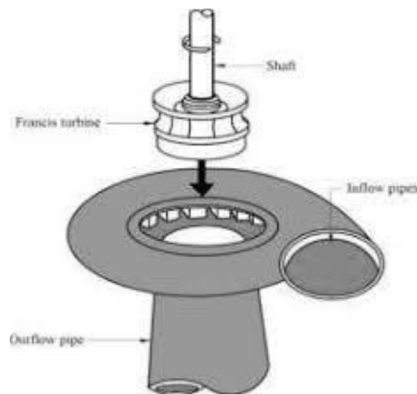
Turbin *kaplan* adalah turbin berbentuk baling-baling yang mempunyai sirip yang dapat disesuaikan. *Head kaplan* berkisar antara 10-70m dan daya 5120 MW. Untuk diameter *runner* antara 2 sampai 8 m. Kecepatan putaran *runner* antara 79-429 rpm(Arimunandar W. dkk,1997).



Gambar 2.5 Turbin Kaplan
Sumber:(Arismunandar W. dkk,1997)

b. Turbin *francis*

Prinsip kerja turbin *francis* dengan proses tekanan lebih. Pada air yang masuk ke *runner*, energi tinggi jatuh air membentur sudu dan di ubah menjadi putaran(Arimunandar W. dkk,1997).

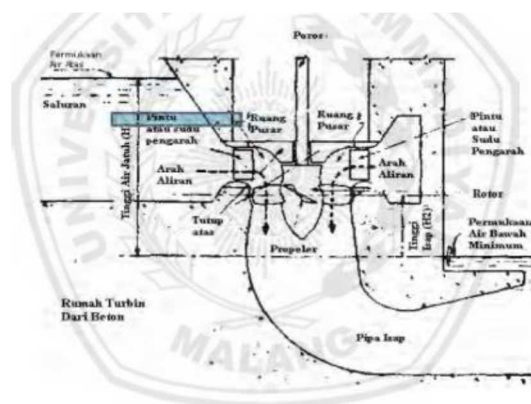


Gambar 2.6 Turbin *francis*
Sumber:(Arismunandar W. dkk,1997)

c. Turbin *Propeller*

Turbin jenis ini dipergunakan untuk tinggi jatuh air yang rendah dengan kapasitas/debit air yang besar. Turbin *propeller* mempunyai baling-baling dengan

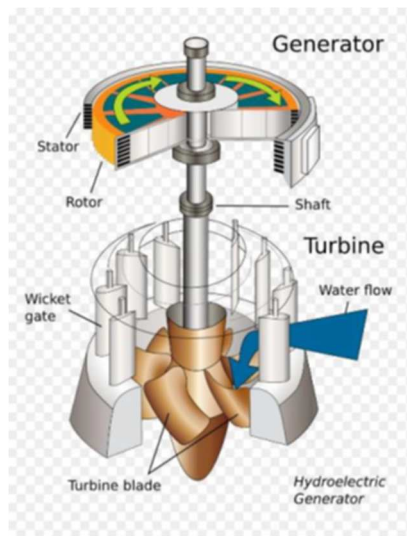
bilah rotor tetap yang terpasang pada bos atau rap yang biasanya terdiri dari 4, 5, 6 dan 8 buah. Untuk turbin *propeller* dengan poros vertikal *stationary guide lade* mengarahkan air secara radial dan dibelokkan 90° ke arah aksial bawah, sedangkan untuk yang berporos horizontal konstruksinya menyerupai tabung (*tabular*) dan dipakai untuk tinggi terjun yang rendah sekali (Arimunandar W. dkk,1997).



Gambar 2.7 Turbin propoller
Sumber:(Arismunandar W. dkk,1997)

2.3.3 Turbin Air

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Dalam pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* (PLTMH) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik (Arimunandar W. dkk,1997).

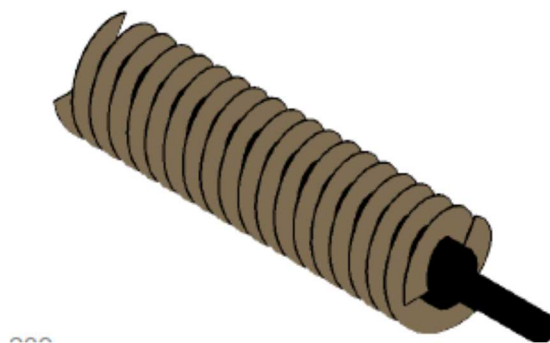


Gambar 2.8 Turbin Air
Sumber:(Dokumentasi)

2.4 Komponen *Archimedes Screw*

2.4.1 Poros Turbin Ulir

Turbin ulir adalah salah satu komponen utama alat yang memiliki fungsi merubah sumber energi air menjadi energi mekanik. Pada penggunaannya turbin ulir dapat diatur posisinya sesuai kondisi tinggi aliran air, turbin ulir bekerja pada head rendah dengan ketinggian jatuh air antara 2 – 15 m.



Gambar 2.9 Poros Turbin Ulir
Sumber: (Dokumentasi, 2020)

2.4.2 Kerangka

Kerangka merupakan bagian yang berfungsi sebagai tempat atau rumah dari turbin ulir dan generator. Maka, pembuatannya harus memperhatikan dari dimensi turbin ulir tersebut. Rangka juga harus memiliki sifat kuat dan tahan karat karena penggunaannya akan selalu berhubungan langsung dengan aliran air.



Gambar 2.10 Kerangka
Sumber:(Dokumentasi,2020)

2.4.3 Generator

Generator merupakan sumber dari energi listrik pada alat ini. Sumber energi listrik yang dihasilkan diperoleh dari putaran turbin yang selanjutnya generator akan mengubah gerak putar turbin menjadi energi listrik. Generator yang akan digunakan berkapasitas 50 watt.



Gambar 2.11 Generator
Sumber:(Dokumentasi,2020)

2.4.4 Lampu

Energi listrik yang didapat dari generator selanjutnya akan digunakan untuk menyalakan lampu dengan besar dibawah kapasitas dari generator yaitu 35 watt.



Gambar 2.12 Lampu
Sumber:(Dokumentasi,2020)

2.4.5 Kabel

Kabel adalah komponen penghubung aliran listrik dari generator menuju lampu, besar kabel disesuaikan dengan hasil dari energi listrik agar tidak terjadi hambatan pada daya listrik yang mengalir menuju lampu.

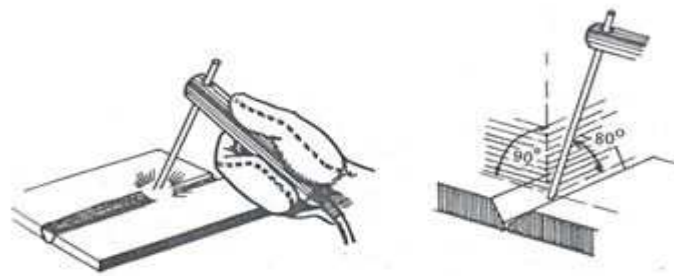


Gambar 2.13 Kabel
Sumber:(Dokumentasi,2020)

2.5 Pengertian Pengelasan

Proses pengelasan merupakan kegiatan penyambungan logam melalui fase cair logam sebelum akhirnya membeku dan terjadi suatu sambungan. Proses panas terjadi pada 3 daerah, yaitu daerah las, daerah pengaruh panas dan daerah logam

induk. Adanya perbedaan pendistribusian panas tersebut, maka akan terjadi perbedaan struktur mikro pada ketiga daerah lasan tersebut. Pengelasan dengan elektroda terbungkus (SMAW), las GMAW dan las GTAW adalah adalah cara yang sering digunakan dalam pengelasan baja tahan karat dibanding metode pengelasan yang lain(Arfiany dkk,2020).



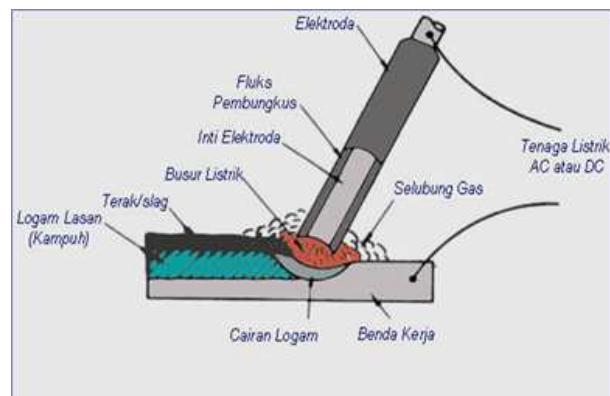
Gambar. 2.14 Pengelasan
Sumber:(Saputra H. dkk,2014)

2.6 Macam – Macam Pengelasan Pada *Stainless Steel*

2.6.1 Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari listrik antara penutup metal (elektroda). SMAW merupakan pekerjaan manual dengan peralatan meliputi *power source*, kabel elektroda (*electrode cable*), kabel kerja (*work cable*), *electrode holder*, *work clamp*, dan elektroda. Elektroda dan sistem kerja adalah bagian dari rangkaian listrik. Rangkaian dimulai dengan sumber daya listrik dan kabel termasuk pengelasan, pemegang elektroda, sambungan benda kerja, benda kerja (*Weldment*), dan elektroda las. Salah satu dari dua kabel dari sumber listrik terpasang ke bekerja, selebihnya melekat pada pemegang elektroda.

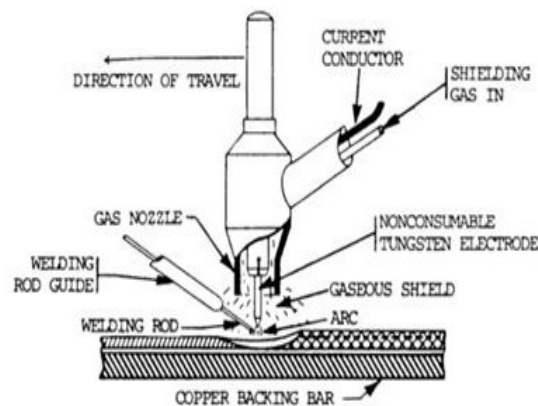
Sebagaimana dalam AWS (*American Welding Society*), prinsip dari SMAW adalah menggunakan panas dari busur untuk mencairkan logam dasar dan ujung sebuah consumable elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 23-45 *Volt*, dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 *ampere* yang umum digunakan berkisar antara 80–200 *ampere*. Dimana dalam proses SMAW dapat terjadi oksidasi, hal ini perlu dicegah karena oksidasi metal merupakan senyawa yang tidak mempunyai kekuatan mekanis. Adapun untuk mencegah hal tersebut maka bahan penambah las dilindungi dengan selapis zat pelindung yang disebut *flux* atau *slag* yang ikut mencair ketika pengelasan. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan *metal* yang dicairkan, cairan *flux* akan mengapung diatas cairan *metal*, sekaligus mengisolasi metal tersebut sehingga tidak beroksidasi dengan udara luar. Sewaktu membeku, *flux* akan ikut membeku dan tetap melindungi metal dari reaksi oksidasi(Saputra H. dkk,2014).



Gambar 2.15 Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)
Sumber:(Saputra H. dkk,2014)

2.6.2 Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*)

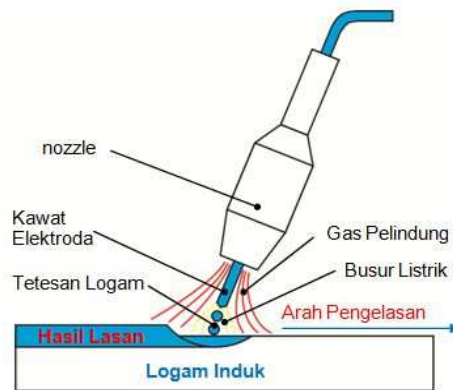
Pengelasan TIG merupakan salah satu pengelasan busur (*arc welding*) yang menggunakan *inert* gas sebagai pelindung *tungsten* sebagai elektrodanya. *Tungsten* termasuk elektroda yang tidak terumpan dan menjadi tumpuan saat terjadinya busur listrik. Daerah pengelasan dilindungi (HAZ) oleh terlindungi oleh *inert* gas agar tidak terkontaminasi dengan udara bebas. Las TIG mampu menghasilkan las yang berkualitas tinggi pada hampir semua logam. Hasil pengelasannya pun rapih tidak menghasilkan *flag* atau kotoran(Felani F.N. dkk,2017).



Gambar 2.16 Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)
Sumber:(Felani F.N. dkk,2017)

2.6.3 Pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*)

Pengelasan MIG merupakan salah satu pengelasan SMAW, umumnya prinsip kerja dari las MIG masa seperti las TIG, *inert* gas akan melindungi elektroda dari udara luar. Pengelasan TIG menggunakan gas mulia (*inert*) golongan VIII A seperti *Helium* dan *Argon* sebagai gas pelindung oksidasi. Pengelasan ini membentuk busur listrik antara plat dan elektroda yang akan menghasilkan panas. Lalu, kedua benda tersebut nantinya meleleh dan akhirnya menyatu(Felani F.N. dkk,2017).



Gambar 2.17 Las MIG (*Metal Inert Gas*)
 Sumber:(Felani F.N. dkk,2017)

2.7 Rumus Dasar Pengujian

2.7.1 Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dan perubahan-perubahannya dari suatu logam terhadap gaya tarik yang diberikan. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian-pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Hasil yang diperoleh dari proses pengujian tarik adalah kurva tegangan, regangan, parameter kekuatan, dan perpanjangan.

Pada pengujian tarik gaya tarik yang diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Kemudian dapat dihasilkan kurva tegangan dan regangan.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

σ : Tegangan (N / mm²)

F : Gaya (N)

A : Luas Awal Penampang (mm²)

Regangan yang dipergunakan pada kurva diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal. Persamaannya yaitu:

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

ε : Regangan (%)

L_f : Panjang Awal (mm)

L_o : Panjang Akhir (mm)

Pada pengujian tarik, gaya tarik yang diberikan secara perlahan-lahan dimulai dari nol dan berhenti pada tegangan maksimum (*Maximum Stress*) dari logam yang bersangkutan. *Maksimum Stress* merupakan batas kemampuan maksimum material mengalami gaya tarik dari luar hingga mengalami *fracture* (patah), sedangkan *Yield Stress* merupakan batas kemampuan maksimum material untuk mengalami pertambahan panjang (melar) sebelum material tersebut mengalami *fracture* mengikuti hukum *Hooke*.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

σ_u : Tegangan Maksimul (N/mm²)

Fu : Gaya Maksimum (N)

A : Luas awal penampang (mm²)

Bentuk dan besaran pada kurva tegangan-regangan suatu logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastis yang pernah dialami, laju regangan, suhu dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan logam yaitu:

a. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Kekuatan ini berguna untuk keperluan spesifikasi dan kontrol kualitas bahan.

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{P.\text{Max}}{A_o} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

P.Max : Beban Tarik Maksimal (Kn)

A_o : Luas Penampang (mm²)

b. Kekuatan luluh

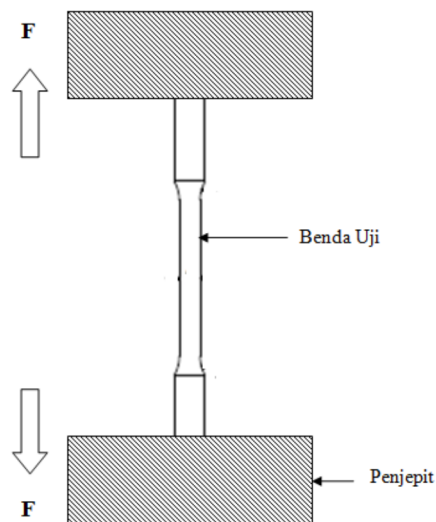
Kekuatan luluh adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan. Kekuatan luluh yang diperoleh dengan metode offset biasanya dipergunakan untuk perancangan dan keperluan spesifikasi(Saputra,H dkk,2017).

$$\text{Kuat Luluh} = \frac{P.\text{Luluh}}{A_0} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

P.luluh : Beban Luluh (Kn)

A_0 : Luas Penampang (mm^2)



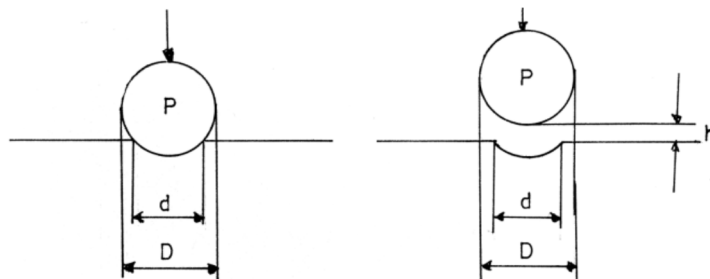
Gambar. 2.18 Skema Uji Tarik
Sumber: (Fitrianto M.N,2014)

2.7.2 Pengujian Kekerasan *Brinell*

Hardness test merupakan uji NDT (*Non Destructive test*) dimana pada pengujian ini dapat diketahui suatu nilai kekerasan pada sebuah material/spesimen uji. Cara pengujian hardnes ini dilakukan dengan metode *hardness brinell*. Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan kemudian ditekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan pada waktu tertentu, berkisar 15 detik, dan diameter lekukan diukur dengan

mikroskop, setelah beban dihilangkan. Permukaan harus relatif halus, rata, bersih dari debu atau kerak. Harga kekerasan diperoleh dari persamaan berikut ini:

Cara pengujian *Brinell* dilakukan dengan penekanan sebuah bola baja yang terbuat dari baja krom yang telah dikeraskan dengan diameter tertentu oleh suatu gaya tekan secara statis ke dalam permukaan logam yang diuji tanpa sentakan. Permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan ditiadakan dan bola baja dikeluarkan dari bekas lekukan, maka diameter paling atas dari lekukan tersebut diukur secara teliti. Kekerasan ini disebut kekerasan *Brinell*, yang biasa disingkat dengan HB atau BHN (*Brinell Hardness Number*). Semakin keras logam yang diuji, maka semakin tinggi nilai HB (Gunawan P.H, 2016).

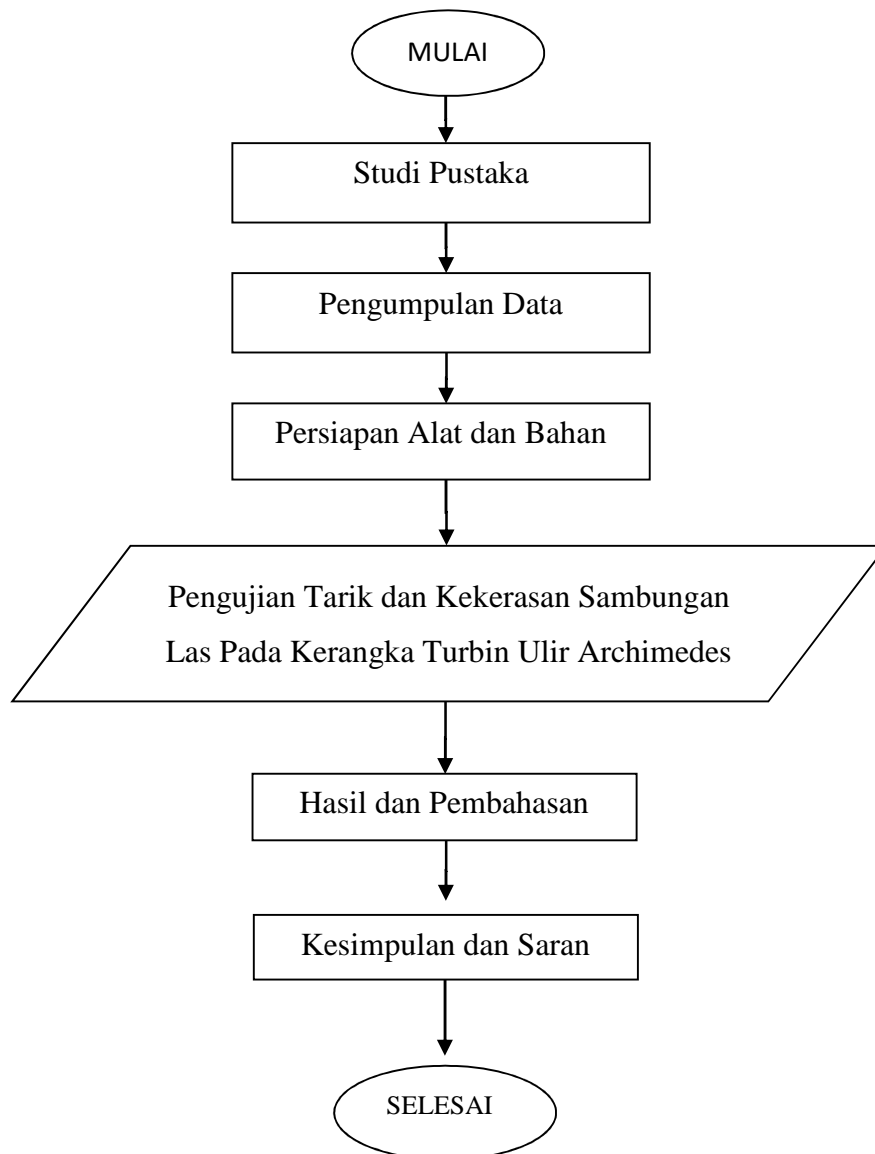


Gambar. 2.19 Geometri *Indenter Brinell*
Sumber: (Gunawan P.H, 2016)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian
(Dokumentasi, 2021)

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan penelitian berupa sarana peralatan yang digunakan dalam pembuatan spesimen maupun pengambilan data. Alat-alat yang digunakan antara lain:

1. Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Machine*), proses pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik. Berfungsi untuk mengetahui kekuatan tarik pada benda uji.



Gambar.3.2 Alat Uji Tarik *Universal Testing Machine*.
(Dokumentasi,2021)

2. Mesin uji Kekerasan *Brinell* menggunakan mesin uji *hardness micro Brenell*. Berfungsi untuk mengetahui kekuatan tekan atau kekerasan pada benda uji.



Gambar. 3.3 Alat Uji Kekerasan *Affri* 206 RT
(Dokumentasi, 2021)

3. Mesin CNC digunakan untuk membuat/membentuk specimen untuk pengujian tarik sesuai standard yang telah ditentukan. Pembuatan specimen menggunakan mesin CNC yang ada di SMK Muhammadiyah Kramat.



Gambar. 3.4 Mesin CNC
(Dokumentasi,2021)

4. Gerinda digunakan untuk memotong bagian yang tidak diperlukan pada benda uji.



Gambar. 3.5 Gerenda
(Dokumentasi,2021)

5. Mesin Las TIG manual digunakan untuk menyambungkan dua plat *stainless* yang akan digunakan untuk pengujian.



Gambar. 3.6 Mesin las TIG.
(Dokumentasi,2021)

6. Amplas digunakan untuk menghaluskan benda uji.



Gambar. 3.7 Amplas.
(Dokumentasi,2021)

7. Jangka Sorong digunakan untuk mengukur benda uji.



Gambar. 3.8 Jangka Sorong.
(Dokumentasi,2021)

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengambilan data antara lain:

1. *Stainless steel* 304 untuk pembuatan specimen uji tarik dengan ukuran 150 mm x 150 mm tebal 5 mm sebanyak 2 lebar plat seperti yang terlihat pada gambar 3.9.



Gambar. 3.9 Plat *Stainless steel* 304.
Sumber: (Dokumentasi,2021)

2. *Stainless steel* 304 untuk pembuatan specimen uji kekerasan dengan ukuran 5 mm x 5 mm, tebal 10 mm sebanyak 2 buah seperti yang terlihat pada gambar 3.10.



Gambar. 3.10 *Stainless stell* 304.
(Dokumentasi,2021)

3. Arus yang digunakan adalah 80 A dengan posisi pengelasan datar.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

3.3.1 Metode Literatur

Pada metode Literatur, Penulis melakukan pengumpulan data dengan cara mengumpulkan data-data dari internet, baik buku referensi maupun jurnal – jurnal yang relevan terkait dengan topik penelitian yang dibahas.

3.3.2 Metode Observasi

Penulis melakukan pengumpulan data dengan mengunjungi tempat pengumpulan data yang digunakan untuk mendapat keterangan atau pendirian responden melalui percakapan langsung atau berhadap muka kepada narasumber yang berkompeten.

3.3.3 Metode Ekperimen

Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan dimasukkan kedalam tabel, dan ditampilkan dengan bentuk grafik baik menggunakan aplikasi *Microsof Word* maupun *Microsof Excel* yang kemudian akan dianalisa dan dibuat kesimpulan.

Sehingga dapat memudahkan pembaca mengetahui hasil pengujian tarik dan kekerasan pada sambunglas kerangka turbin ulir *Archimedes* untuk pembangkit listrik tenaga *mikrohidro*.

3.3.4 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan
2. Pengelasan *Stainless stell* 304 Bertujuan untuk menyambungkan 2 plat yang nantinya akan dilakukan untuk pengujian tarik dan pengujian kekerasan seperti yang terlihat pada gambar 3.11.



Gambar. 3.11 Plat uji tarik.
(Dokumentasi,2021)

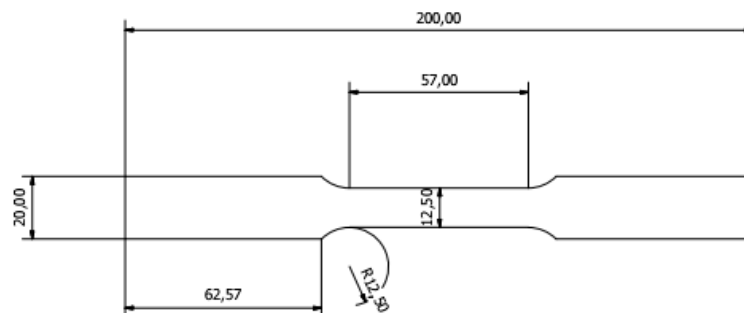


Gambar. 3.12 Benda uji Kekerasan.
(Dokumentasi,2021)

3. Pembuatan Benda uji.
 - a. Plat *Stainless stell* 304 sebelum dilakukan pengujian akan dibuat specimen sesuai standard uji tarik las yaitu standar ASTM. Pembuatan specimen menggunakan mesin CNC yang ada di SMK Muhammadiyah Kramat, hasil pembuatan specimen dan standar ukuran pengujian ASTM seperti terlihat pada gambar 3.13



Gambar. 3.13 Specimen uji Tarik.
(Dokumentasi,2021)



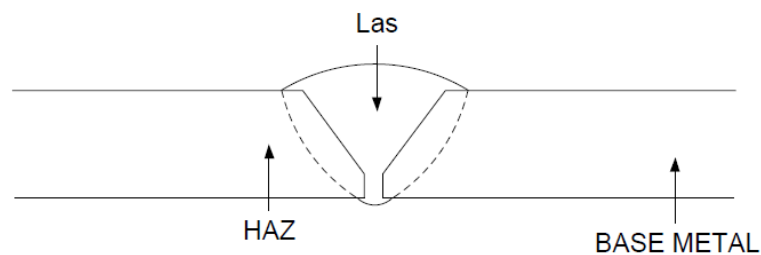
Gambar. 3.14 Specimen standart ASTM.
(Dokumentasi,2021)

- b. Benda pengujian kekerasan harus halus mengkilap tidak boleh ada goresan sedikit pun untuk menghasilkan pengujian yang akurat, penghalusan

menggunakan amplas halus ukuran 1000, hasil penghalusan dan titik pengujian kekerasan seperti yang terlihat pada gambar 3.14



Gambar. 3.15 Benda uji Kekerasan.
(Dokumentasi,2021)



Gambar. 3.16 Titik Uji Kekerasan.
(Dokumentasi,2021)

4. Proses finishing specimen merupakan proses penyempurnaan dengan membuang bagian-bagian yang tidak diperlukan dengan menggunakan gerenda dan menghaluskan menggunakan amplas.
5. Proses uji Tarik
 - a. Menyalakan mesin uji tarik dengan menekan tombol on pada sisi mesin dan pada bagian atas.
 - b. Pasangkan dan jepitkan specimen pada pencekam alat uji tarik.
 - c. Pastikan benda uji lurus dan tegak lurus dengan pencekam bawah.

- d. Pastikan benda uji tercekam dengan baik untuk menghindari benda uji terlepas / terpelehet dari pencekam.



Gambar. 3.17 Pengencangan Spesimen.
(Dokumentasi,2021)

- e. Atur standar pengujian tarik yaitu standart JIS Z 2241: 2011.
f. Kemudian tunggu sampai spesimen patah



Gambar. 3.18 Spesimen patah.
(Dokumentasi,2021)

- g. Setelah benda uji patah lekatkan kembali benda uji yang patah tersebut lalu ukur pajang ukuran setelah patah (L) dengan menggunakan Jangka sorong, masukan hasil pada data.
h. Ukur juga diameter terkecil benda yang terletak pada bagian tengah yang patah.

- i. Hasil dalam bentuk grafik akan terlihat pada monitor computer.



Gambar.3.19 Spesimen hasil uji.
(Dokumentasi,2021)

- j. Ulangi langkah diatas untuk pengujian 2 specimen berikutnya.
6. Proses Pengujian Kekerasan
- a. Pastikan benda uji bersih mengkilap tanpa ada goresan untuk mendapatkan hasil pengujian yang baik dan akurat.
- b. Beri cairan *eksa* pada bagian samping benda uji untuk mengetahui titik garis pada kampuh sambungan las, kemudian tandai menggunakan spidol agar memudahkan dalam pengujian.



Gambar. 3.20 Benda uji Kekerasan.
(Dokumentasi,2021)

- c. Pasang *indentor* yang akan digunakan yaitu bola baja dia dengan ukuran 2.5 mm.



Gambar. 3.21 *Indentor* uji.
(Dokumentasi,2021)

- d. Atur pembebanan sesuai standart yang digunakan yaitu HB-30 dengan besar beban 1840 N.



Gambar. 3.22 Besar beban.
(Dokumentasi,2021)

- e. Tempatkan benda uji pada tempat pengujian, atur posisi titik pengujian yang pertama yaitu pada titik logam induk atur benda uji agar tegak lurus dengan posisi *indentor*.



Gambar. 3.23 Uji daerah Logam induk.
(Dokumentasi,2021)

- f. Naikan benda uji dengan memutar *handle* yang ada dibawah dudukan benda uji sampai jarum kecil menunjuk kearah angka 3 yang telah menunjukkan bahwa benda uji telah menyentuh *indenter* dan arahkan jarum hitam besar menuju angka 0 untuk pengkalibrasian.



Gambar.3.24Kalibrasi.
(Dokumentasi,2021)

- g. Berikan beban awal dengan menekan *hendel* atas kearah depan kemudian tunggu 10 – 15 detik.



Gambar. 3.25 Pemberian beban awal.
(Dokumentasi,2021)

- h. Kemudian berikan beban utama dengan mengembalikan *hendel* ke posisi awal dengan menarik kebelakang secara perlahan.



Gambar. 3.26 Pemberian beban utama.
(Dokumentasi,2021)

- i. Putar kembali *hendel* yang ada dibawah dudukan benda uji searah dengan jarum jam untuk membebaskan benda uji dari beban.



Gambar. 3.27 Pembebasan beban.
(Dokumentasi,2021)

- j. Hasil pengujian kekerasan terlihat pada angka yang di tunjukan oleh jarum besar dalam satuan kg/mm^2 .
- k. Kemudian ubah hasil yang ditunjukan jarum besar dengan melihat pada tabel kekerasan *brinell*.
- l. Lakukan pengujian pada titik logam induk sebanyak 3 untuk mendapatkan pengujian yang akurat.
- m. Ulang langkah pengujian diatas pada titik HAZ dan las induk masing-masing sebanyak 3 kali titik pengujian.



Gambar. 3.28 Titik pengujian HAZ
(Dokumentasi,2021)



Gambar. 3.29 Titik pengujian Logam Las
(Dokumentasi,2021)

- n. Specimen hasil pengujian kekerasan terlihat pada gambar



Gambar. 3.20 Specimen hasil pengujian kekerasan
(Dokumentasi,2021)

8. **Metode Analisa Data**

Pengolahan data merupakan proses untuk memperoleh data ringkas berdasarkan data mentah yang diperoleh dari bagian yang amat penting dalam metode ilmiah. Data perhitungan rumus persamaan yang diperoleh dari jurnal-jurnal sebagai sumber data yang diperoleh penulis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang data hasil pengujian yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Serta analisa hasil pengujian tarik dan pengujian kekerasan pada *stainless stell 304*.

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Uji Tarik

Pengujian tarik sambungan las *stainless stell 304* ini menggunakan pengelasan TIG kampuh V (60°) dan menggunakan arus 80 *ampere* dengan pengelasan datar media pendingin angin dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal. Specimen diuji menggunakan alat *Universal Testing Machine* dengan Metode uji JIS Z 2241 : 2011, dimana hasil pengujian dalam satuan N/mm^2 . Hasil uji tarik sambungan las *stainless stell 304* dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik sambungan las *stainless stell 304* Spesimen I.

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
Tebal x Lebar	mm	5,00 x 13,33
Beban Tarik Maksimal	kN	20,73
Kuat Tarik	N/mm^2	311,02

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik sambungan las *stainless stell* 304 Spesimen II.

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
Tebal x Lebar	mm	4,78 x 12,07
Beban Tarik Maksimal	kN	17,59
Kuat Tarik	N/mm ²	304,89

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik sambungan las *stainless stell* 304 Spesimen III.

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
Tebal x Lebar	mm	4,77 x 11,93
Beban Tarik Maksimal	kN	22,01
Kuat Tarik	N/mm ²	386,82



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJIAN
LP-396/024

LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 06/2021.198/UTM/44 Benda Uji : Sesuai ASTM
 Pemakai Jasa : AHMAD SUGIHARTONO Objek uji : SUS 304 (Standar ASTM)
 Alamat : Polteknik Harapan Bersama Metode Uji : JIS Z 2241 : 2011
 Tegal
 Suhu : 25 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
 Tgl. Terima : 9 Juni 2021 Jml. Specimen : 3 Pcs
 Tgl. Pengujian : 9 Juni 2021 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	44.4	Tebal x Lebar	mm	5,00 x 13,33
		Beban Tarik Maksimum	kN	20,73
		Kuat Tarik	N/mm ²	311,02
2.	44.5	Tebal x Lebar	mm	4,78 x 12,07
		Beban Tarik Maksimum	kN	17,59
		Kuat Tarik	N/mm ²	304,89
3.	44.6	Tebal x Lebar	mm	4,77 x 11,93
		Beban Tarik Maksimum	kN	22,01
		Kuat Tarik	N/mm ²	386,82

Tegal, 10 Juni 2021
 Manajer Teknis
 Eko Subiyanto, ST.
 NIP. 19741231 200604 1 093

PERNYATAAN
 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
 2. Tidak dapat digunakan sebagai pengganti laporan pengujian ini kecuali sebelumnya untuk persetujuan tertulis dari PT/PLA Akreditasi/Pendukung Pengujian

Gambar.4.1 Hasil Pengujian Tarik (Dokumentasi,2021)

4.1.2 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan sambungan las *stainless steel* 304 ini menggunakan pengelasan TIG kampuh V dengan ukuran 60° dan menggunakan arus 80 *ampere* dengan pengelasan datar media pendingin angin yang dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal. Alat uji menggunakan alat *Affri* 206RT dengan metode uji JIS Z 2243 : 2008, dimana hasil pengujian dalam satuan HB (*Hardness Brinell*). Hasil pengujian kekerasan pada sambungan las *stainless steel* 304 dapat dilihat dalam tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan sambungan las *stainless steel* 304 pada daerah Logam Induk

Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	Keterangan
	Daerah Uji	Nilai kekerasan		
Kekerasan Brinell	Titik I	167	HB	<ul style="list-style-type: none"> • Beban penekanan F = 1840 N • Waktu penekanan 15 detik • Indentor $\varnothing 2,5\text{mm}$ • Logam Induk
	Titik II	176		
	Titik III	173		
	Rata-Rata	172		

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kekerasan sambungan las *stainless stell* 304 pada daerah HAZ

Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	Keterangan
	Daerah Uji	Nilai kekerasan		
Kekerasan Brinell	Titik I	165	HB	<ul style="list-style-type: none"> • Beban penekanan F = 1840 N • Waktu penekanan 15 detik • Indentor $\varnothing 2,5\text{mm}$ • HAZ
	Titik II	167		
	Titik III	167		
	Rata-Rata	166,33		

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kekerasan sambungan las *stainless stell* 304 pada daerah Logam Las

Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	Keterangan
	Daerah Uji	Nilai kekerasan		
Kekerasan Brinell	Titik I	200	HB	<ul style="list-style-type: none"> • Beban penekanan F = 1840 N • Waktu penekanan 15 detik • Indentor $\varnothing 2,5\text{mm}$ • Logam Las
	Titik II	179		
	Titik III	176		
	Rata-Rata	185		

4.2 Pembahasan

4.2.1 Uji Tarik

Uji tarik pada sambungan las *stainless stell* 304 dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal menggunakan mesin uji Tarik *Universal Testing Machine* dengan metode uji JIS Z 2241 : 2011. Hasil rata-rata pengujian akan diperbandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

Diketahui:

Tebal rata-rata = 4,8500 mm

Lebar rata-rata = 12,4433 mm

Luas penampang: $A_0 = t \times l$

$$= 4,8500 \times 12,4433$$

$$= 60,3500 \text{ mm}^2$$

P.Max (*max force*) = 20,1109 Kn

P.Luluh (*YP Force*) = 13,6327 Kn

Ditanyakan: a. Kuat Tarik?

b. Kuat luluh ?

Jawab : a. Kuat Tarik = $\frac{P.\text{Max}}{A_0}$

$$= \frac{20,1109 \text{ Kn}}{60,3500 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{20110,9 \text{ N}}{60,3500 \text{ mm}^2}$$

$$= 333,237 \text{ N/mm}^2$$

b. Kuat Luluh = $\frac{P.\text{Luluh}}{A_0}$

$$= \frac{13,6327 \text{ Kn}}{60,3500 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{13632,7 \text{ N}}{60,3500 \text{ mm}^2}$$

$$= 225,893 \text{ N/mm}^2$$

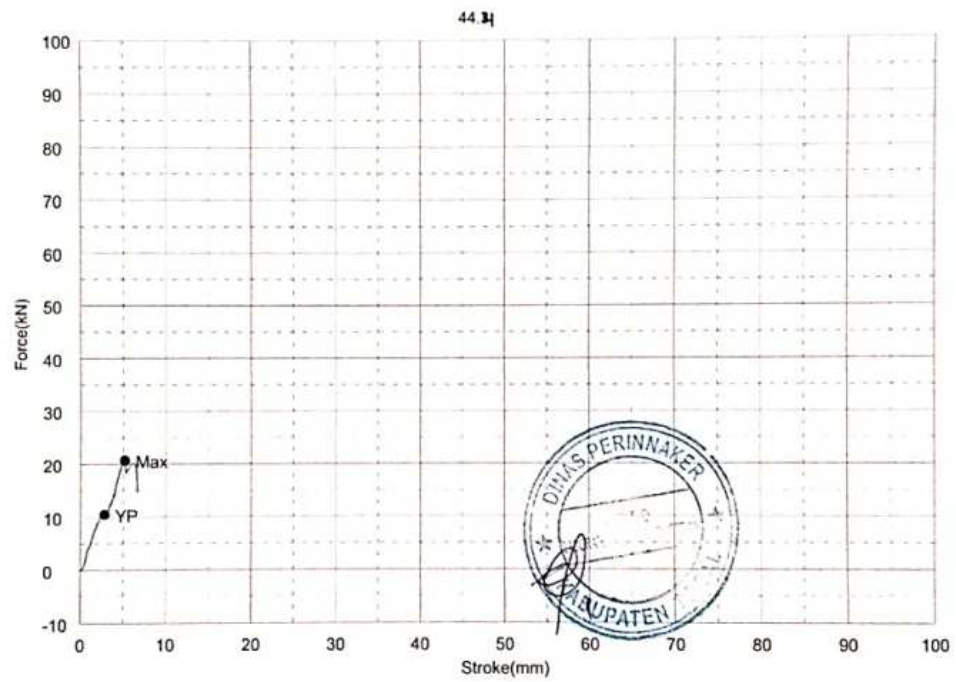
Hasil pengujian Spesimen I, II dan III dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik sebagai berikut:

Tabel 4.7 Dimensi Spesimen

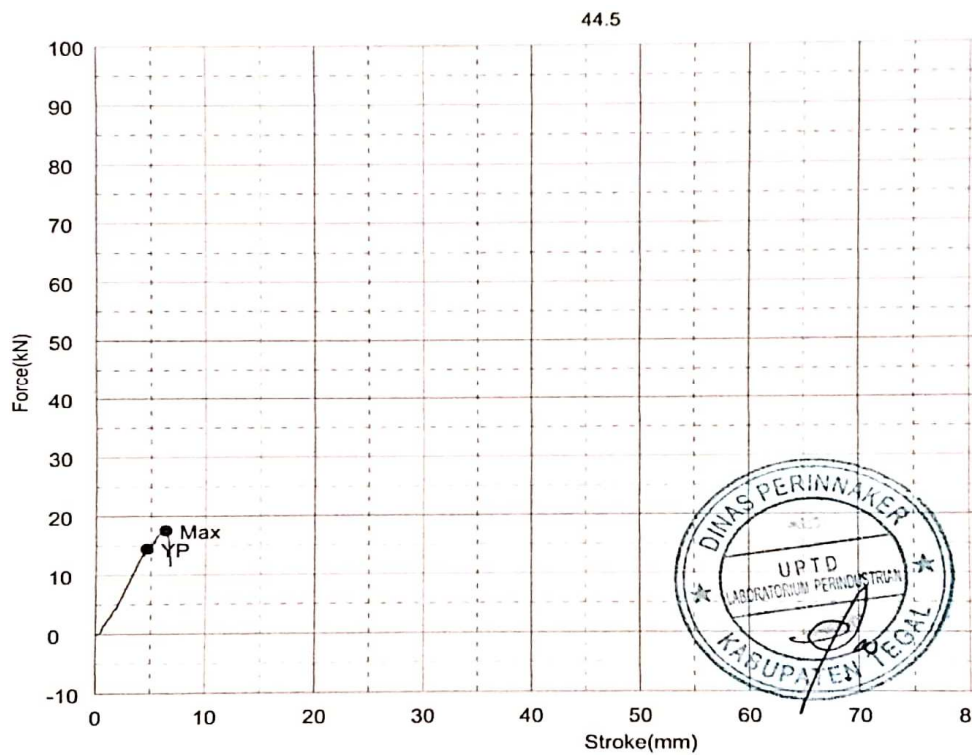
No	Spesimen	Ketebalan (mm)	Lebar (mm)	Mengukur panjang (mm)
1.	I	5,000	13,330	50,000
2.	II	4,780	12,070	50,000
3.	III	4,770	11,930	50,000
Rata-rata		4,850	12,443	50,000

Tabel 4.8 Hasil Kekuatan Tarik

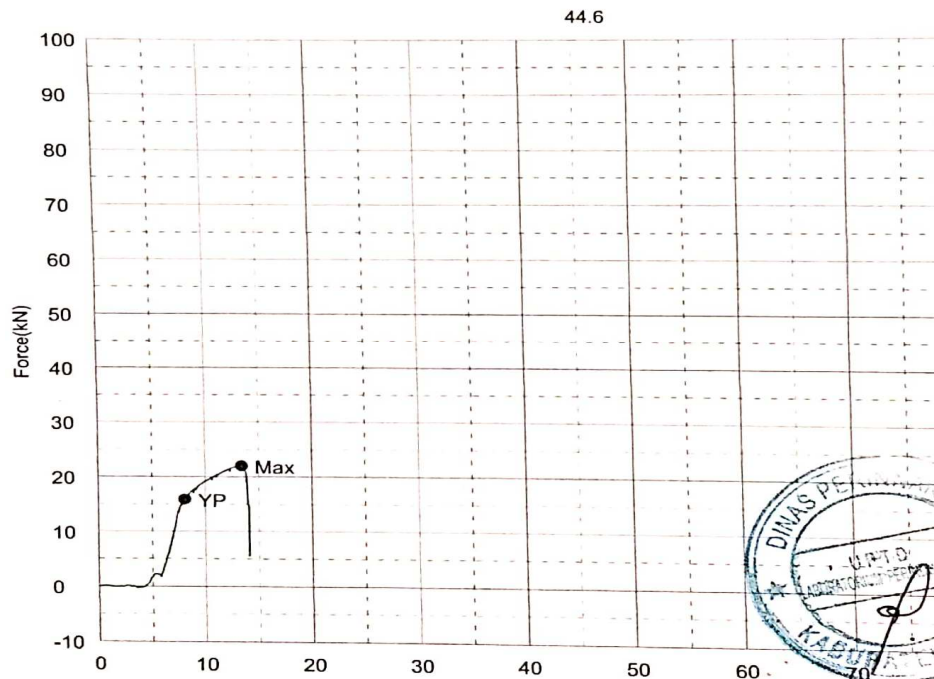
No	Spesimen	<i>Max Force</i> (Kn)	<i>Max Stress</i> (N/mm ²)	<i>YP Force</i> (0,1% FS) (Kn)	<i>YP Stress</i> (0,1% FS) (N/mm ²)
1.	I	20,7297	311,023	10,4875	157,352
2.	II	17,5906	304,892	14,4762	250,912
3.	III	22,0125	386,821	15,9344	280,012
Rata-rata		20,1109	334,245	13,6327	229,425



Gambar. 4.2 Grafik Pengujian Spesimen I
(Dokumentasi,2021)



Gambar. 4.3 Grafik Pengujian Spesimen II
(Dokumentasi,2021)



Gambar.4.4 Grafik Pengujian Spesimen III
(Dokumentasi,2021)

Hasil pengujian menyajikan kuat tarik, beban tarik maksimal dan tegangan minimum/ kuat luluh. Kuat tarik disini adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik sebelum benda patah, beban tarik maksimal adalah beban akhir yang bisa dicapai oleh sebuah bahan ketika ditarik atau diregangkan, kuat luluh adalah tegangan minimum ketika suatu material kehilangan sifat elastisnya. Hasil pengujian pada spesimen I menunjukkan Beban Tarik maksimal (*Max Force*) sebesar 20,7297 Kn, Beban Luluh (*YP Force*) sebesar 10,4872 Kn, Kuat Tarik (*Max Stress*) sebesar 311,023 N/mm² dan Kuat Luluh (*YP Stress*) sebesar 157,352 N/mm². Sedangkan spesimen II menunjukkan hasil pengujian lebih tinggi dibanding spesimen I terbukti bahwa Beban Tarik Maksimal (*Max Force*) sebesar 17,5906 Kn beban Luluh (*YP Force*) sebesar 14,4763 Kn, dan Kuat Tarik (*Max Stress*) sebesar 301,892 N/mm² dan Kuat

Luluh (*YP Stress*) sebesar 250,912 N/mm². Namun, spesimen III menunjukkan peningkatan kekuatan tarik dibanding spesimen I dan II. Hal ini terbukti nilai Beban Tarik Maksimal (*Max Force*) sebesar 22,0125 Kn, Beban Luluh (*YP Force*) sebesar 15,9344 Kn, Kuat Tarik (*Max Stress*) sebesar 386,821 N/mm² dan Kuat Luluh (*YP Stress*) sebesar 15,9344 N/mm². Hasil pengujian tarik sambungan las *stainless steel* 304 menghasilkan rata-rata nilai Beban Tarik Maksimal (*Max Force*) sebesar 20,1109 Kn, Beban Luluh (*YP Force*) sebesar 13,6327 Kn, dan Kuat Tarik (*Max Stress*) sebesar 334,245 N/mm² dan Kuat Luluh (*YP Stress*) sebesar 229,425 N/mm².

Konversi hasil pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik asli pengaplikasian pada alat, yang memiliki ketebalan rangka sebesar 3,5 mm, sedangkan standart ketebalan minimum untuk melakukan uji tarik adalah 5,0 mm. Perhitungan rumus konversi ketebalan spesimen uji tarik bisa dilihat sebagai berikut:

Diketahui

TA (Tebal Alat) = 3,50 mm

TU (Tebal Uji) = 4,85 mm

- a. *Max Force* (MFu) = 20,1109 Kn
- b. *Max Stress* (MSu) = 334,285 N/mm²
- c. *YP force* (YPfu) = 13,6327 Kn
- d. *YP stress* (YPSu) = 229,425 N/mm²

ditanya:

- a. *Max Force* asli (MFa)?
- b. *Max Stress* asli (MSa)?
- c. *YP force* asli (YPfa)?
- d. *YP stress* asli (YPSa)?

Jawab :

$$A. \frac{TU}{TA} = \frac{MFu}{MFa} \dots\dots\dots (6)$$

$$MFa = \frac{MFu \times TA}{TU}$$

$$= \frac{20,1109 \text{ Kn} \times 3,5 \text{ mm}}{4,8 \text{ mm}}$$

$$= \frac{70,3881 \text{ Kn}}{4,8}$$

$$= 14,0776 \text{ Kn}$$

$$B. \frac{TU}{TA} = \frac{MSu}{MSa} \dots\dots\dots (7)$$

$$MSa = \frac{MSu \times TA}{TU}$$

$$= \frac{334,285 \text{ N/mm}^2 \times 3,5 \text{ mm}}{4,8 \text{ mm}}$$

$$= \frac{1.169,997 \text{ N/mm}^2}{4,8}$$

$$= 243,749 \text{ N/mm}^2$$

$$C. \frac{TU}{TA} = \frac{YPfu}{YPFa} \dots\dots\dots (8)$$

$$\begin{aligned} YPfa &= \frac{YPfu \times TA}{TU} \\ &= \frac{13,6327 \text{ Kn} \times 3,5 \text{ mm}}{4,8 \text{ mm}} \\ &= \frac{47,7144 \text{ Kn}}{4,8} \\ &= 9,9405 \text{ Kn} \end{aligned}$$

$$D. \frac{TU}{TA} = \frac{YPSu}{YPSa} \dots\dots\dots (6)$$

$$\begin{aligned} YPSa &= \frac{YPSu \times TA}{TU} \\ &= \frac{229,425 \text{ N/mm}^2 \times 3,5 \text{ mm}}{4,8 \text{ mm}} \\ &= \frac{802,987 \text{ N/mm}^2}{4,8} \\ &= 167,289 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan diatas menghasilkan nilai Beban Tarik Maksimal asli (*Max Force*) sebesar 14,0776 Kn, Kuat Tarik asli (*Max Stress*) sebesar 243,749 N/mm², Beban Luluh asli (*YP Force*) Sebesar 9,9405 Kn dan Kuat Luluh asli (*YP Stress*) sebesar 167,289 N/mm².

4.2.2 Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian Kekerasan pada sambungan las *stainless steel* 304 menunjukkan bahwa titik terkeras pada benda uji terdapat pada daerah Logam Las dengan rata-rata kekerasan 185 HB, Sedangkan titik kekerasan dengan nilai terendah terdapat pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) adalah titik pertemuan antara logam dengan kawat las, yaitu dengan nilai rata-rata Kekerasan 166,33 HB dan daerah Logam induk memiliki rata-rata nilai Kekerasan 172 HB. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel dan gambar sebagai berikut:

Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Kekerasan.

No	Daerah Uji	Hasil Uji (HB)	Keterangan
1.	Logam Induk	172	<ul style="list-style-type: none"> • Beban penekanan $F = 1840 \text{ N}$ • Waktu penekanan 15 detik • Indentor $\varnothing 2,5\text{mm}$
2.	HAZ	166,33	
3.	Logam Las	185	
Rata-rata		174,44	-



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KEKERASAN

Laporan No. : 06/2021.198/H/23 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2243 : 2008
Pemakai Jasa : AHMAD SUGIHARTONO Objek uji : SUS 304 (Pengelasan)
Alamat : PoltekNIK Harapan Bersama Metode Uji : JIS Z 2243 : 2008
Tegal
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Affri 206 RT
Tgl. Terima : 9 Juni 2021 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 9 Juni 2021 Halaman : 1 dari 1

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	Keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	23.4	Kekerasan Brinell	Titik 1	167	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm - Logam Induk
			Titik 2	176		
			Titik 3	173		
			Rata-rata	172		
2.	23.5	Kekerasan Brinell	Titik 1	165	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm - HIAZ
			Titik 2	167		
			Titik 3	167		
			Rata-rata	166,33		
3.	23.6	Kekerasan Brinell	Titik 1	200	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm - Logam Las
			Titik 2	179		
			Titik 3	176		
			Rata-rata	185		



Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali setelah dinyatakan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian dan Tenaga Kerja Kabupaten Tegal

Gambar. 4.5 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan
(Dokumentasi,2021)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pengujian tarik dan kekerasan pada sambungan las pada kerangka turbin *Archimedes* bermaksud untuk mengetahui kekuatan mekanik dari sambungan las tersebut. Spesimen yang digunakan dalam pengujian ini adalah *stainless steel* 304. Pengujian tarik menggunakan alat *Universal Testing Machine* dengan metode uji JIS Z 2241 : 2011, sedangkan pengujian Kekerasan menggunakan alat uji *Affri* 206RT dengan metode uji JIS Z 2243 : 2008. Hasil pengujian kekuatan tarik sambungan las pada kerangka turbin *Archimedes* adalah beban tarik maksimal (*Max Force*) sebesar 20,1109 Kn, beban luluh (*YP Force*) sebesar 13,6327 Kn, dan kuat tarik (*Max Stress*) sebesar 334,245 N/mm² dan kuat luluh (*YP Stress*) sebesar 229,425 N/mm². Sedangkan nilai kekerasan dari sambungan las tersebut adalah 174,44 HB..

5.2 Saran

Dari Laporan Tugas Akhir ini Penulis memberikan saran yang berkaitan dengan pengelasan TIG untuk mendapatkan kekuatan Tarik dan Kekerasan terbaik adalah sebagai berikut:

1. Pendinginan setelah proses pengelasan akan berpengaruh terhadap kekuatan sambungan las.

2. Perlu adanya variasi proses pendinginan untuk mendapatkan kekuatan sambungan las terbaik untuk pengujian selanjutnya.
3. Sebelum melakukan proses pengelasan plat yang akan dilas diberi penahan dibawahnya untuk meminimalisir lekukan yang terjadi akibat proses pengelasan.
4. Proses Pengelasan dilakukan secara perlahan dan behati-hati.
5. Setiap proses pengujian material dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan hasil pengujian yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriany, R., Asmadi, Djunaidi, R., & Prasety, C. (2020). Analisa Hasil Pengelasan Gtaw Stainless Steel 304. *Teknika: Jurnal Teknik, Vol. 6 No. 2* , Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Iba, Palembang.
- Arismunandar, W. dkk. (1997). *Penggerak Mula Turbin*. Bandung: ITB (Institut Teknologi Bandung
- Dietzel Fritz, S. d. (1996). *Alih Bahasa Dakso Sriyono, Turbin, Pompa, dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Felani, F. N., Kosjoko, & Finali, A. (Vol. 1 No. 2 Februari 2017). Uji Perbandingan Kekuatan Tarik Pengelasan Stainless Steel Aisi 304 Menggunakan Las Tig Dan Las Mig Dengan Variasi Media Pendingin. *Comparison Tes Of Welding Tensile Strength Stainless Steel Aisi 304 Using Tig (Tungsten Inert Gas)* , 13-16.
- Gunawan P.H. & Sriyono.(2016).Uji Mekanik Material Struktur Aluminium Tangki Reaktor untuk Menentukan Keandalan Operasionalnya.*Universitas Muhammadiyah Prof.DR.HAMKA.Seminar Nasional TEKNOKA_FT UHAMKA, 30 Januari 2016*.
- Fitriyanto, M. N. (2014). Penyambungan Stainless Steel Austenitik Seri 316 Dengan Metoda Friction Welding Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro. *Universitas Gadjah Mada* , 69.
- Julian, I. P., & Dkk. (September - Desember 2018). Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir Dan Daya Putar Turbin Ulir Dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol.17 No, 3* .
- Rapa'i, A., & Dkk. (April 2014). Kajian Eksperimental Pengaruh Panjang Chord Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh). *Jurnal Fema, Volume 2, Nomor 2* , Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

- Saefudin, E., & Dkk. (Oktober 2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau No.3 / Vol. 1*, Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung.
- Saputra, H., Syarief, A., & Maulana, Y. (2014). Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam Vol. 03 No.2 Pp 91-98*, , Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, Kalimantan Selatan,.
- Saputra, M. A., & Dkk. (Januari - April 2019). Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 18, No. 1*, , 83-90.
- Sugestian, M. R. (2019). Analisa Kekuatan Sambungan Las Smaw Vertical Horizontal Down Hand Pada Plate Baja Jis 3131sphc Dan. *Institut Teknologi Nasional Malang* , 17.
- Sukamti Sri, A.K. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro(PLMTH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Vol.5 No 2 Juni- Desember 2013* , 58-63.
- Syafa'at, I., Purwanto, H., Ilhamudin, M., & Ratnani, R. D. (Oktober 2018). Analisa Kekuatan Sambungan Las Argon Pada Stainless Steel 304 Menggunakan Variasi Kuat Arus. *Universitas Wahid Hasyim Semarang, Indonesia* , Vol. 14, No. 2, Hal. 34-38.

Lampiran 1. Lembar Kesediaan Pembimbing



POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA
The True Vocational Campus

D-3 Teknik Mesin

PENGAJUAN KESEDIAAN PEMBIMBING DAN JUDUL TUGAS AKHIR

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

No	NIDN/NUPN	Nama (lengkap dengan gelar)	Keterangan
1	0630069202	Firman Lukman Sanjaya, S.T, M.T	Pembimbing I
2	8800650017	Drs. Agus Suprihadi, M.T	Pembimbing II

Menyatakan **BERSEDIA / TIDAK BERSEDIA** membimbing Tugas Akhir mahasiswa berikut :

NAMA	: AKHMAD SUGIH HARTONO
NIM	: 18021026
Produk Tugas Akhir	: TURBIN ULIR <i>ARCHIMEDES</i>
Judul Tugas Akhir	: UJI MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KERANGKA TURBIN ULIR <i>ARCHIMEDES</i> UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Sesuai dengan waktu yang telah disepakati, Tugas Akhir dilaksanakan mulai bulan November tahun 2020 sampai dengan pelaksanaan Sidang Tugas Akhir bulan Juli tahun 2021

Tegal, 29 Januari 2021

Pembimbing I

(Firman Lukman Sanjaya, S.T, M.T)
NIDN. 0630069202

Pembimbing II

(Drs. Agus Suprihadi, M.T)
NIDN. 8800650017



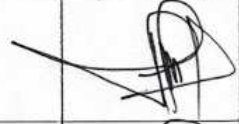
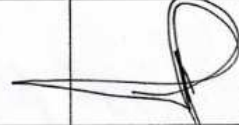



Lampiran 2. Lembar Bimbingan Tugas Akhir






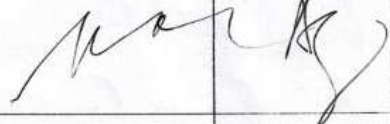
LEMBAR PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR







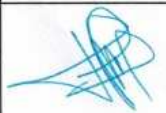


NAMA : Akhmad Sugih Hartono
NIM : 19021026
Produk Tugas Akhir : Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.
Judul Tugas Akhir : Analisa Uji Mekanik Kekuatan Las Kerangka
Turbin Ulin Archimedes Untuk Pembangkit
Listrik Tenaga Mikrohidro

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA**

Rekap Pembimbingan Penyusunan Proposal Tugas Akhir				
PEMBIMBING I			Nama Pembimbing :	Firman Lukman Sunjaya
			NIDN/NUPN :
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	Rabu	2-12-20	Latar belakang sampai manfaat.	
2	Rabu	16-12-20	Penyempurnaan latar belakang dan landasan teori	
3	Kamis	14 Januari 2021	Abt dan bahan	
4	Kamis	21 Januari 2021	metode metode analisa data dan pengumpulan data	
5	Rabu	14 Januari 27 Januari 2021	Penyempurnaan metode analisa data dan pengumpulan data	
6	Senin	1 Februari 2021	Ppt Proposal tugas Akhir	
7	Rabu	3 Februari 2021	Att Semmar proposal	
8				
9				
10				

Rekap Pembimbingan Penyusunan Proposal Tugas Akhir				
PEMBIMBING II			Nama :	Dr. Ayu Suprianti M.T.
			NIDN/NUPN :	
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1		2 Des. 2020	Latar belakang - Manfaat	
2		16 Des 2020	Penyempurnaan Latar belakang serta manfaat	
3		14 Januari 2021	Latar belakang	
4		21 Januari 2021	Bab 2 Landasan teori	
5		29 Januari 2021	Bab 2 Landasan teori Penyempurnaan	
6		1 Februari 2021	Bab 3.	
7				
8				
9				
10				

Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir				
PEMBIMBING I			Nama :	Firman Lutfan Sanjaya
			NIDN/NUPN :	
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1		24 Juni 2021	Proses Pengujian Tarik dan ketahanan.	
2		27 Juni 2021	hasil dan Pembahasan	
3		28 Juni 2021	hasil dan Pembahasan	
4		29 Juni 2021	Kesimpulan	
5		3 Juli 2021	Sistematik penulisan Laporan TA	
6		4 Agust 2021	Jurnal Tugas Akhir	
7		4 Agustus 2021	Acc Laporan TA.	
8				
9				
10				

Lampiran 3. Laporan Uji Kekerasan



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek L.IK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KEKERASAN

Laporan No. : 06/2021.198/H/23 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2243 : 2008
Pemakai Jasa : AHMAD SUGIHARTONO Objek uji : SUS 304 (Pengelasan)
Alamat : Polteknik Harapan Bersama Metode Uji : JIS Z 2243 : 2008
Tegal
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Affri 206 RT
Tgl. Terima : 9 Juni 2021 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 9 Juni 2021 Halaman : 1 dari 1

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	Keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	23.4	Kekerasan Brinell	Titik 1	167	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2.5 mm - Logam Induk
			Titik 2	176		
			Titik 3	173		
			Rata-rata	172		
2.	23.5	Kekerasan Brinell	Titik 1	165	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2.5 mm - HAZ
			Titik 2	167		
			Titik 3	167		
			Rata-rata	166,33		
3.	23.6	Kekerasan Brinell	Titik 1	200	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2.5 mm - Logam Las
			Titik 2	179		
			Titik 3	176		
			Rata-rata	185		

Tegal, 10 Juni 2021
Manajer Teknis
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
EKO SUPRIYANTO, ST.
NIP. 19771231-200604 1 093

PERHATIAN :

1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipertanggungjawabkan mengemukakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Dipertanaker Kabupaten Tegal

Lampiran 4. Laporan Uji Tarik



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI TARIK

Laporan No.	: 06/2021.198/UTM/44	Benda Uji	: Sesuai ASTM
Pemakai Jasa	: AHMAD SUGIHARTONO	Objek uji	: SUS 304 (Standar ASTM)
Alamat	: PoltekNIK Harapan Bersama Tegal	Metode Uji	: JIS Z 2241 : 2011
Suhu	: 25 °C	Mesin Uji	: Shimadzu UH 1000 kNI
Tgl. Terima	: 9 Juni 2021	Jml. Specimen	: 3 Pec
Tgl. Pengujian	: 9 Juni 2021	Halaman	: 1 dari 4

HASIL UJI :

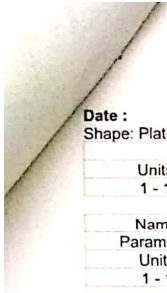
No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	44.4	Tebal x Lebar	mm	5,00 x 13,33
		Beban Tarik Maksimum	kN	20,73
		Kuat Tarik	N/mm ²	311,02
2.	44.5	Tebal x Lebar	mm	4,78 x 12,07
		Beban Tarik Maksimum	kN	17,59
		Kuat Tarik	N/mm ²	304,89
3.	44.6	Tebal x Lebar	mm	4,77 x 11,93
		Beban Tarik Maksimum	kN	22,01
		Kuat Tarik	N/mm ²	386,82

Tegal, 10 Juni 2021
Manajer Teknis

Eko Subriyanto, ST.
NIP. 197412312006041093

PERHATIAN
 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
 2. Tidak dipungkiri bahwa pengujian ini bersifat estimasi dan tanpa perseragaman terdapat dari UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal

Lampiran 5. Hasil Uji Tarik Specimen I

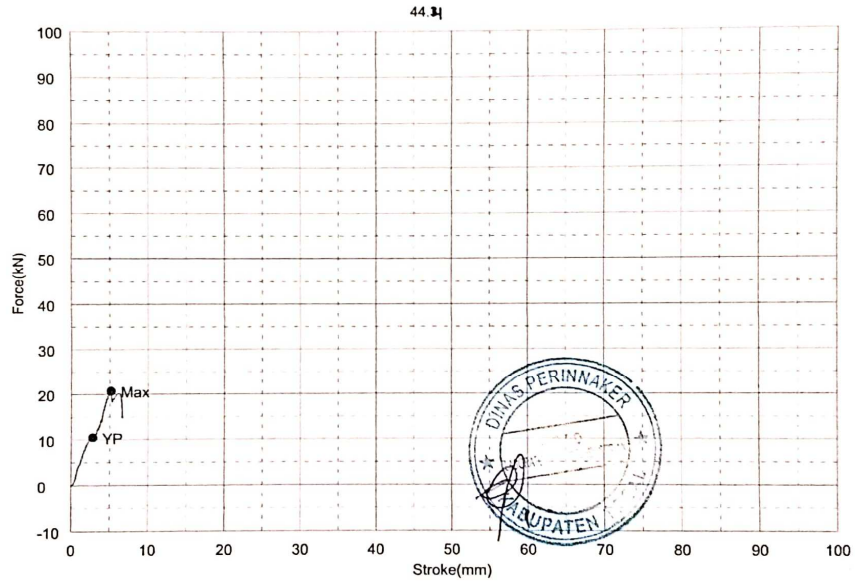


Date : 2021/06/09

Shape: Plate

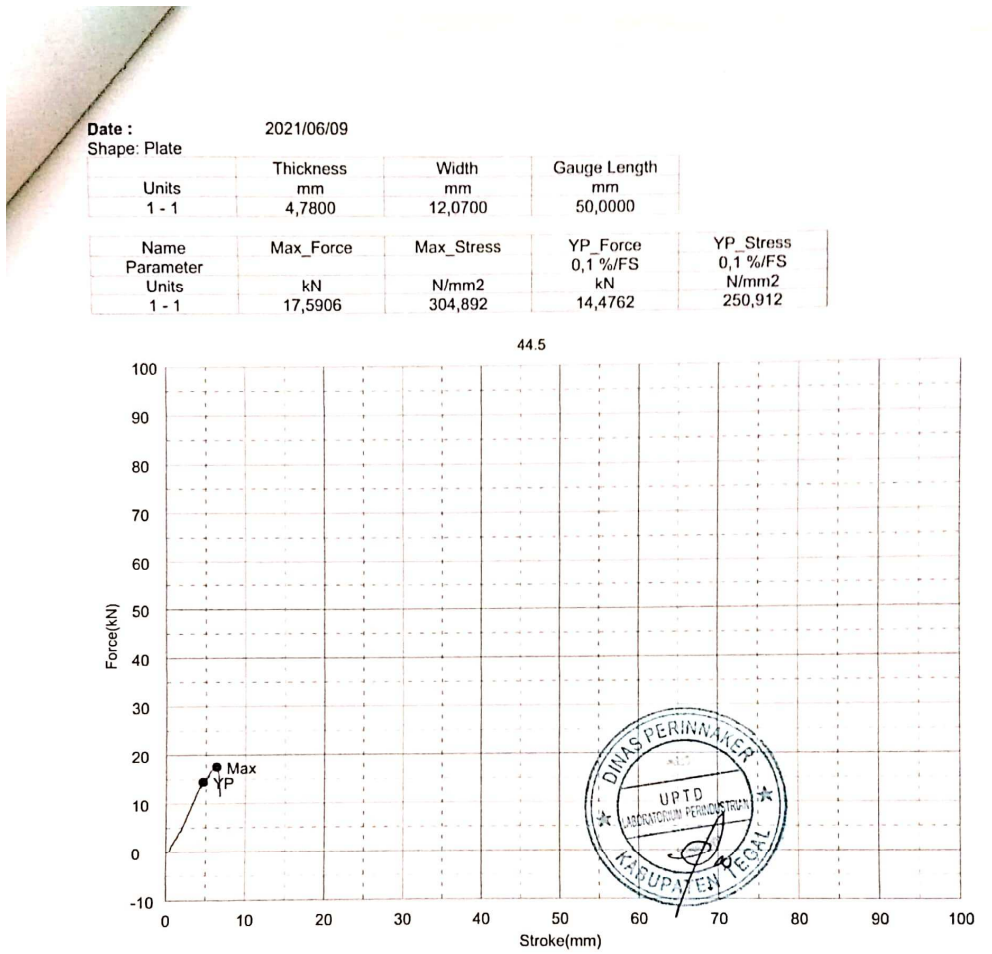
	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
1 - 1	5,0000	13,3300	50,0000

Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter			0,1 %/FS	0,1 %/FS
Units	kN	N/mm2	kN	N/mm2
1 - 1	20,7297	311,023	10,4875	157,352



Comment
Customer : 06/2021.198/UTM/44

Lampiran 6. Hasil Uji Tarik Specimen II



Comment
 Customer : 06/2021.198/UTM/44

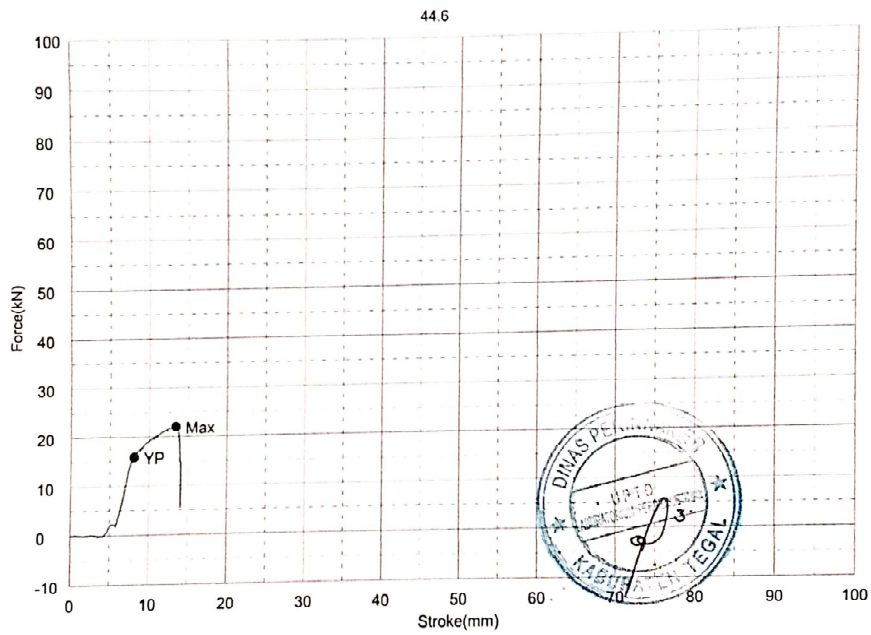
Lampiran 7. Hasil Uji Tarik Specimen III

Date : 2021/06/09

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
1 - 1	4,7700	11,9300	50,0000

Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter			0,1 %/FS	0,1 %/FS
Units	kN	N/mm2	kN	N/mm2
1 - 1	22,0125	386,821	15,9344	280,012



Comment
Customer : 06/2021.198/UTM/44

Lampiran 8. Dokumentasi

