SIMULASI KEKUATAN MEKANIK PLAT STAINLEES STEEL 304 SEBAGAI MATERIAL *UNDERSHOT WATERWHEEL* MENGGUNAKAN SOLIDWORKS

SKRIPSI

Oleh :

M. Hutaiken

NIM : 06121381823039

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SIMULASI KEKUATAN MEKANIK PLAT STANLEES STEEL 304 SEBAGAI MATERIAL *UNDERSHOT WATERWHEEL* MENGGUNAKAN APLIKASI SOLIDWORKS

SKRIPSI

Oleh

M. Hutaiken

NIM : 06121381823039

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Mengesahkan :

Pembimbing

Imam Syofi'i ,S.Pd M.Eng

NIP. 198305032009121006

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Drs. Harlin, M.Pd

NIP. 196408011991021001

SIMULASI KEKUATAN MEKANIK PLAT STAINLEES STEEL 304 SEBAGAI MATERIAL *UNDERSHOT WATERWHEEL* MENGGUNAKAN APLIKASI SOLIDWORKS

SKRIPSI

Oleh

M. Hutaiken

06121381823039

Telah diujikan dan lulus pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 27 April 2022

TIM PENGUJI

1. **Ketua : Imam Syofi'I, S.Pd., M.Eng** _____
2. **Anggota : Dewi Puspita Sari, S.Pd., M.Pd** _____

Palembang, April 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Pendidikan Teknik Mesin

Drs. Harlin, M.Pd

NIP. 196408011991021001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M.Hutaiken

Nim : 06121381823039

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan dengan sunguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul "**Simulasi Kekuatan Mekanik Plat Stainless Steel 304 Sebagai Material *Undershot Waterwheel* Menggunakan Solidworks"** ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan / atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 28 Mei 2022

Yang Membuat Pernyataan

METERAI TEMPEL 10000 5E9D2AJX839975919

M. Hutaiken

NIM. 06121381823039

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Subhannallah Walhamdulillah walaa Ilahailallah Wallahuakbar

Maha Suci Allah SWT Tuhan semesta alam yang senantiasa selalu mencurahkan rahmat, dan nikmat-Nya kepada semua makhluk di muka bumi. Alhamdulliah berkat izin Allah SWT dan nikmat kekuatan dari Allah SWT sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh keikhlasan guna syarat menjemput gelar sarjana pendidikan di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.
Skripsi ini saya persembahkan kepada :

- Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan nikmat iman, islam, kesehatan dan kesempatan sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini. Semoga kita selalu bersyukur atas semua nikmat yang Allah berikan. Sholawat bertangkaikan salam tak lupa juga saya haturkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW semoga kelak kita menjadi pengikut beliau hingga akhir zaman.

- Kedua orang tua saya, Bapak saya Ahmad dan Ibu saya Elmawati, terima kasih selalu mendoakan yang terbaik untuk saya, yang selalu berjuang agar anaknya baik-baik saja, yang selalu menyemangati dan memotivasi saya serta senantiasa selalu memberikan dukungan baik moral maupun materi yang sangat luar biasa kepada saya, yang tentunya kebaikan kedua orang tua saya kepada saya tidak mungkin dapat saya balas kecuali atas izin Allah SWT.

- Kakak,ayuk saya dan adik adik saya yang bernama Bambang Adi Kusuma,Vio Alga Retha, Rajib Nugraha dan Ghonny Prahatina ,selalu menjadi penyemangat untuk lebih baik lagi dan lebih

semangat untuk wisuda dan mengejar cita-cita saya. Atas izin Allah SWT semoga kita semua selalu diberi kesehatan serta kebahagian.

- Dosen pembimbing, Terima kasih Bapak Dendy Ananta, S.Pd., MT, IPP. dan Bapak Imam Syofi'I, S.Pd., M.Eng yang telah banyak membantu dan membimbing saya dengan sabar selama masa skripsian juga masa perkuliahan.

- Kepala Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Terima Kasih Bapak Drs. Harlin, M.Pd yang selalu mendukung dan memotivasi saya selama masa perkuliahan sampai akhir pendidikan saya.

- Dosen pengajar, Terima kasih Bapak H. Imam Syofii, S.Pd., M.Eng, Ibu Nopriyanti, S.Pd., M.Pd, Ibu Nyimas Aisyah, M.Pd., Ph.D, Bapak Handi Arsap, S.Pd., M.Pd, Bapak Wadirin, S.Pd., M.Pd, Bapak Edy Setiyo, S.Pd., M.Pd.T, dan Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd., M.Pd.T, yang telah banyak membagikan pengetahuan dan pengalaman kepada saya, serta memberikan semangat dan dukungannya selama masa perkuliahan sampai akhir pendidikan saya.

- Admin Pendidikan Teknik Mesin, Terima kasih kak Andi yang sudah membantu mengurus administrasi dan sebagainya selama masa skripsian ini.

- Sahabat-Sahabat saya, Terima Kasih (Anugrah, Arrisandy, Daffa Bagas Tama, Rizki Maulida, Darti Purnama Sari, Tri Widya Putri,) Sedikit banyaknya sudah membantu saya dalam masa skripsi ini, yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada saya semoga kalian semua Sukses selalu.

- Pacar saya, Terima kasih Fhatia Nabila yang selalu memberikan semangat dan mau menerima keluh kesah selama ini, selalu mengingatkan saya untuk mengerjakan skripsi sampai skripsi ini

selesai.

- Sahabat-sahabat saya dari SMK, Terima kasih (M.Rafli Fadilah, Hadi Suryanto, Andry Dermawan) yang selalu meluangkan waktunya untuk bersedia mendengarkan keluh kesah saya.
- Sahabat-sahabat dan teman seperjuangan saya di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, meliputi kawan satu angkatan 2018, Kakak tingkat, dan Adik tingkat, yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih banyak atas kenangan selama saya berkuliah, semoga selalu dalam kesuksesan.
- Almamater saya tercinta Universitas Sriwijaya, Terimakasih.

MOTTO

"Jangan menunggu hal-hal menjadi lebih mudah. Hidup akan selalu rumit. Maka berusahalah semaksimal mungkin agar kau dapat menikmati hasilnya kelak."

PRAKATA

Skripsi dengan judul "Simulasi Kekuatan Mekanik Plat Stainless Steel 304 Sebagai Material *Undershot Waterwheel* Menggunakan Solidworks" disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapat bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Imam Syofii, S.Pd, M.ENG sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hartono, M.A., Dekan FKIP Unsri, Dr. Ismet., M.Si., Wakil Dekan Bidang Akademik, dan Drs. Harlin, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi matematika dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Indralaya, Januari 2022

Penulis

M.hutaiken

DAFTAR ISI

PERNYATAAN iv
LEMBAR PERSEMBAHAN v
MOTTO vii
PRAKATA ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
BAB I PENDAHULUAN 3
1.1 Latar Belakang 3
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Energi 6
2.2 Energi Air 8
2.3 Konsep Gaya Hidrostatis 9
2.4 Torsi dan Kecepatan Putaran Roda Air 9
2.5 Analisis Geometri 11
2.6 Efisiensi 12
2.7 Analisis Kekuatan Mekanik 13
2.7.1 Nilai Tegangan 14
2.7.2 *Tensile Stenght* 14
2.7.3 *Modulus Elastisity* 14
2.7.4 Bulk Modulus 15
2.7.5 Von Mises Stress 15
2.7.6 Strength 16
2.7.7 Yield Strength 17
2.7.8 Ultimate Tensile strenght 17
2.7.9 Fracture 18
2.7.10 Elastic Region 18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19

3.1 Deskripsi Umum 19
3.2 Diagram Alur 19
3.3 Metode analitik 19
3.4 Metode Komputasi *Solidworks* 22
3.5 Langkah Kerja 24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Hasil Analitikal 32
4.1.1 Perancangan Turbin *Undershot* 32
4.1.2 Potensi Daya Terbangkitkan 33
4.1.3 Putaran Dan Efisiensi Kincir Air *Undershot* 35
4.1.4 Dimensi Turbin Langkah Bawah 36
4.2 Gambar Proyeksi Sudu Turbin *Undershot* 36
4.3 Pembahasan Hasil Simulasi Solidwork 37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 40
5.1 Kesimpulan 40
5.2 Saran 40
DAFTAR PUSTAKA 41
DAFTAR LAMPIRAN 42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tinjauan rancangan turbin undershot.....7

Gambar 2.2 Gaya hidrostatik sudu turbin undershot.....7

Gambar 2.3 skematik jari-jari gaya hidrostatik.....8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Usul Judul Skripsi 42
Lampiran 3 Kesediaan Membimbing Skripsi 44
Lampiran 5 Sk Pembimbing 46
Lampiran 7 Surat Izin Penelitian dari Dekan Fkip Unsri 49
Lampiran 9 Surat Persetujuan Sidang Skripsi 52

SIMULASI KEKUATAN MEKANIK PLAT STAINLEES STEEL 304 SEBAGAI MATERIAL *UNDERSHOT WATERWHEEL* MENGGUNAKAN APLIKASI SOLIDWORKS

M.hutaiken[1], Imam Syofii[2]

[1] Mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya

[2] Dosen Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya

e-mail : hutaiken1234@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan material Plat Stainless Steel 304 sebagai material turbin *undershot* menggunakan simulasi Solidworks berdasarkan hasil kekuatan mekanik. Ada dua metode yang digunakan dalam studi ini: metode analitik untuk menentukan geometri turbin *undershot*, dan metode simulasi digunakan untuk memprediksi kekuatan mekaniknya. Dari hasil analitik, turbin *undershot* memiliki 12 jumlah sudu dengan laju aliran 16 kg/s (160 Newton). Dari hasil simulasi, kekuatan mekanik plat Stainless steel 304 sebagai material turbin *undershot* menggunakan Solidworks direkomendasikan untuk digunakan. Ini karena nilai Von mises stress material tidak melebihi nilai maksimum yield strength plat steinless steel 304 yaitu 205 MPa. Artinya, material plat steinless steel 304 untuk menjadi bahan dasar turbin *undershot* aman dan kuat sehingga bisa untuk digunakan menjadi material turbin *undershot*.

Kata Kunci : Plat Steinless Steel, Solidworks, Turbin *Undershot*, Von Mises Stress.

SIMULATION OF MECHANICAL STRENGTH OF STAINLEES STEEL 304 PLATE AS UNDERSHOT WATERWHEEL MATERIAL USING SOLIDWORK APPLICATION

M.hutaiken[1], Imam Syofii[2]

[1] Student of Mechanical Engineering Education, Sriwijaya University

[2] Lecturers of Mechanical Engineering Education, Sriwijaya University

e-mail : 06121381823039@student.unsri.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the feasibility of 304 Stainless Steel Plate material as an undershot turbine material using Solidworks simulation based on the results of mechanical strength. There are two methods used in this study: an analytical method to determine the geometry of the undershot turbine, and a simulation method is used to predict its mechanical strength. From the analytical results, the undershot turbine has 12 blades with a flow rate of 16 kg/s (160 Newton). From the simulation results, the mechanical strength of 304 Stainless steel plate as an undershot turbine material using Solidworks is recommended for use. This is because the Von mises stress value of the material does not exceed the maximum yield strength of 304 stainless steel plate, which is 205 MPa. That is, the 304 stainless steel plate material to be the base material for the undershot turbine is safe and strong so that it can be used as an undershot turbine material.

Keywords: Steinless Steel Plate, Solidworks, Undershot Turbine, Von Mises Stress.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan dalam Kebutuhan energi listrik. Indonesia memiliki Kekayaan sumber daya energi, salah satunya yaitu energi air (Agus. Christian Adiatma, 2019). Sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui sangatlah terbatas, maka pemanfaatan energi baru dan terbarukan terus dikembangkan salah satunya energi air. Energi air memiliki potensi untuk dimanfaatkan untuk memutar sudu turbin yang ditransmisikan, sehingga dapat menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik (Sritram & Suntivarakorn, 2017). Air merupakan sumber energi yang mudah didapat , dalam air terdapat beberapa energi, diantaranya energi kinetik yang ada pada saat air mengalir dan energi potensial yang ada pada saat air jatuh.

Di Sumatera Selatan memiliki Potensi energi sebesar 21.866 MW dengan kapasitas terpasang yaitu 18 MW. Dengan demikian, penyediaan listrik didaerah Sumatera Selatan seharusnya dapat direncanakan dengan baik, karena energi air dapat digunakan sebagai energi alternatif. Pembangunan PLTA Sumatera Selatan memiliki potensi sebesar 776 MW dengan kapasitas terpasang 12 MW. Perencanaan pembangunan PLTA pada tahun 2019 hingga 2028 yaitu sebesar 921 MW (Agus. Christian Adiatma, 2019).

Turbin *undershot* merupakan jenis turbin skala mikrohidro yang digunakan sebagai pembangkit listrik mandiri. Turbin *undershot* berfungsi untuk mengubah energi air menjadi energi listrik. Turbin *undershot* memiliki desain yang relatif sederhana. Turbin *undershot* memiliki kelebihan berupa perawatan sederhana dan biaya perbaikan yang relatif murah. Turbin *undershot* dapat beroperasi secara efisien di lokasi dengan kecepatan aliran tinggi dan digunakan dalam aplikasi *head* yang sangat rendah, misalnya antara $0{,}5$ dan $1{,}5\ m$, dan laju aliran maksimum per meter lebar sekitar $800 - 1200\ L/s$ (Quaranta & Müller, 2020). Turbin *undershot* Zuppinger memiliki bilah melengkung, yang dirancang untuk meminimalkan kehilangan daya keluar di

bagian hilir roda. Turbin *undershot* menghasilkan *output* daya yang umumnya di bawah $30\ KW$, diketahui roda Sagebien selebar $6\ m$ yang menghasilkan $110\ KW$ (Quaranta & Müller, 2020). Maka dari itu turbin *undershot* cocok diaplikasikan di daerah Sumatera Selatan.

Pada umumnya, meterial yang digunakan untuk turbin *undershot* adalah baja. Namun massa jenis baja tersebut relatif berat, jika material turbin *undershot* tetap menggunakan baja, dan aliran air disungai tersebut tidak cukup deras maka turbin *undershot* tersebut tidak dapat bergerak. Maka dari itu perlu menggunakan material alternatif selain baja yaitu plat stainless steel 304. Dari studi literatur diatas kajian kelayakan plat stainless steel 304 sebagai material sudu turbin *undershot* penting untuk dikaji. Dengan demikian studi ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan mekanik sudu turbin *undershot* menggunakan bahan plat steinless steel 304.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diungkapkan peneliti, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu Apakah plat *steinless steel 304* digunakan sebagai material sudu turbin *undershot* berdasarkan uji kekuatan mekanik menggunakan aplikasi solidworks 2018 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Bersadarkan latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah : Untuk mengetahui kekuatan mekanik dari plat steinless steel 304 sebagai material sudu turbin *undershot*, dan untuk mengetahui apakah plat steinless steel 304 dapat diaplikasikan sebagai material sudu turbin *undershot* ?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1 Penelitian ini dapat menjadi sarana untuk menyelesaikan pendidikan yang sedang ditempuh .

2 Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti untuk mengkaji lebih dalam pembangkit listrik turbin *undershot.*

DAFTAR PUSTAKA

Agus. Christian Adiatma, J. (2019). Laporan Status Energi Bersih Indonesia. *Iesr*, 1–23. www.iesr.or.id

Muliawan, A., & Yani, A. (2017). Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, *8*(1), 1. https://doi.org/10.31958/js.v8i1.434

Priambada, D. B., Surindra, M. D., Prasetyo, B., Teknik, J., Politeknik, M., & Semarang, N. (2016). *Kajian Karakteristik Turbin Angin Sumbu Horizontal Type Tsd-500 Pada Variasi Beban*. *10*(1), 19–22.

Quaranta, E., & Müller, G. (2020). Optimization of undershot water wheels in very low and variable flow rate applications. *Journal of Hydraulic Research*, *58*(5), 845–849. https://doi.org/10.1080/00221686.2019.1671508

Rasagama, I. G., Muldiani, R. F., & Hadiningrum, K. (2016). Keterpakaian Konsep Hukum Bernoulli Dan Desain. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, *5*, 29–34.

Sritram, P., & Suntivarakorn, R. (2017). Comparative Study of Small Hydropower Turbine Efficiency at Low Head Water. *Energy Procedia*, *138*, 646–650. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.181

Sari, D. P., Helmizar, Syofii, I., Darlius, & Adanta, D. (2020). The effect of theratio of wheel tangential velocity and upstream water velocity on the performance of undershot waterwheels. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, *65*(2), 170–177.

Thayib, R., Nalendra, S., & D. Mayasari, E. (2017). Estimasi Sumberdaya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Dalam Pemenuhan Kebutuhan Listrik Dusun Pulau Timun, Kabupaten Lahat, Provinsi SumateraSelatan. *Jurnal Geomine*, *5*(3), 135–142.