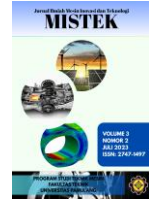




JURNAL TEKNIK MESIN

MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



RANCANG BANGUN DAN ANALISIS KEKUATAN RANGKA TURBIN ULIR UNTUK ALAT PERAGA PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO

Muhammad Yoga Dwianto¹, Fifit Astuti², Nur Rohmat³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : yogachild30@gmail.com¹

Masuk : 19 Mei 2023

Direvisi : 2 Juni 2023

Disetujui : 28 Juli 2023

Abstrak: Indonesia memiliki banyak potensi sumber daya energi air dengan ketinggian (*head*) rendah yang hingga kini masih jarang dimanfaatkan, karena keterbatasan akses terhadap teknologi maju untuk mengolahnya. Dengan demikian, diperlukan pengembangan teknologi yang mampu mengubah potensi energi air menjadi energi listrik secara lebih efisien. Perancangan rangka turbin ulir diharapkan dapat menjadi solusi pembangkit listrik mikrohidro yang memanfaatkan turbin ulir sebagai penggerak generator dengan biaya yang lebih ekonomis. Turbin ulir ini memanfaatkan energi potensial air yang dikonversi menjadi energi kinetik melalui bilah atau sudu turbin. Proses penelusuran pustaka dilakukan dengan mencari, membaca, dan memahami berbagai sumber referensi yang relevan, seperti jurnal, karya tulis ilmiah, dan literatur lainnya. Pembuatan rangka turbin ulir dilakukan beserta pengujian langsung di lapangan untuk menilai kinerja dan keandalannya. Berdasarkan hasil perancangan alat peraga turbin ulir, rangka dibuat dari besi siku tebal 3 mm dengan dimensi panjang 195 cm, tinggi 100 cm, dan lebar 40 cm. Struktur ini menahan gaya statis sebesar 49 N, dengan tegangan 6.28205 N/mm² dan regangan 0.03141025 mm.

Kata Kunci: Energi Air, Turbin Ulir, Energi Listrik, Rangka Turbin, Desain Alat Praktikum.

Abstract: Indonesia has significant potential in low-head hydropower resources that remain underutilized due to limited access to advanced technologies for harnessing them. Therefore, technological development is required to efficiently convert water potential energy into electrical energy. The design of a screw turbine frame is expected to provide a cost-effective solution for micro-hydro power generation by using the screw turbine as a generator driver. This screw turbine converts the potential energy of water into kinetic energy through its blades. The literature review was conducted by searching, reading, and analyzing relevant references such as journals, scientific papers, and other related sources. The screw turbine frame was then fabricated and tested directly in the field to evaluate its performance and reliability. Based on the design results, the frame was constructed using 3 mm thick angle iron with dimensions of 195 cm in length, 100 cm in height, and 40 cm in width. The structure withstands a static load of 49 N, with a stress of 6.28205 N/mm² and a strain of 0.03141025 mm.

Keywords: Hydropower, Screw Turbine, Electrical Energy, Turbine Frame, Experimental Design.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki beberapa potensi sumber energi air dengan *head* rendah atau ketinggian yang sangat rendah, yang hingga kini masih jarang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan akses terhadap teknologi canggih yang mampu mengolahnya. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi untuk mengelola potensi energi air tersebut menjadi energi listrik. Salah satu jenis turbin yang banyak digunakan pada kondisi *head* rendah adalah turbin ulir [1]. Jenis turbin awal yang dikenal sebagai turbin ulir, atau ulir Archimedes, awalnya digunakan sebagai pompa air untuk keperluan irigasi. Seiring dengan terjadinya krisis energi dan terbatasnya potensi sumber daya air dengan *head* tinggi, pada tahun 2007 pompa Archimedes dimodifikasi oleh seorang insinyur agar air dapat menggerakkan pompa tersebut. Sebuah generator kemudian ditambahkan pada ujung pompa untuk menghasilkan energi listrik, selama bagian generator tidak terendam air [2].

Rancang bangun kerangka turbin ulir bertujuan untuk menghasilkan pembangkit listrik mikrohidro yang memanfaatkan turbin ulir sebagai penggerak generator dengan biaya yang lebih efisien. Desain turbin ulir mempertimbangkan berbagai faktor, seperti kemiringan turbin, panjang poros, dan sudut sudu, guna memaksimalkan daya

keluaran dari turbin sekrup. Berdasarkan prinsip kerjanya, turbin air dibagi menjadi dua jenis, yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Turbin impuls bekerja dengan mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik melalui pancaran air bertekanan yang mengenai sudu turbin. Contohnya adalah Turbin Pelton dan Turbin Michell–Banki [3]. Sementara itu, turbin reaksi memanfaatkan perbedaan tekanan air saat melewati sudu turbin, seperti pada Turbin Francis dan Turbin Kaplan [4], [5].

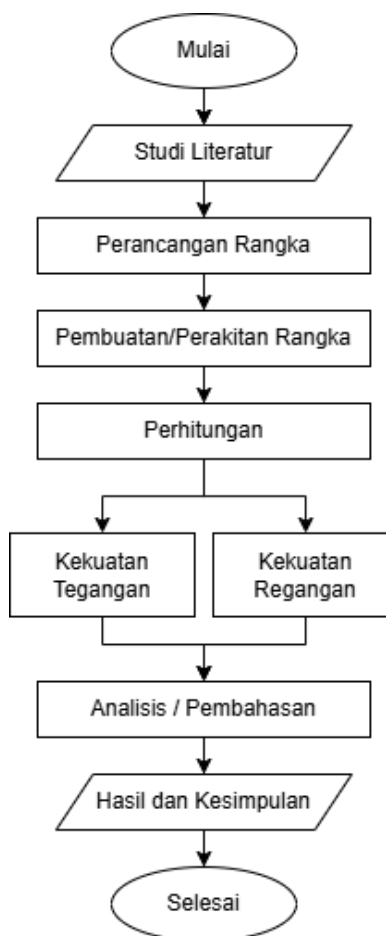
Turbin ulir termasuk dalam kategori turbin reaksi berkecepatan rendah yang memanfaatkan aliran air untuk memutar poros ulir di dalam tabung spiral. Sistem ini cocok digunakan pada sungai dengan debit sedang dan head rendah, serta memiliki potensi besar sebagai solusi pembangkit listrik mikrohidro yang ramah lingkungan [6]. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada rancang bangun kerangka turbin ulir sebagai bagian dari alat praktikum pembangkit listrik mikrohidro, untuk menghasilkan desain rangka yang kuat, efisien, dan aplikatif di lapangan.

METODOLOGI

Secara umum, metodologi penelitian mencakup serangkaian proses yang melibatkan pemeriksaan, pengujian, dan simulasi hingga diperoleh hasil yang menunjukkan kelayakan operasional. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data yang meliputi observasi visual, perancangan teknis, pengambilan sampel bahan uji, pengujian dan inspeksi lapangan, serta studi literatur untuk memvalidasi hipotesis. Selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data untuk memperoleh hasil yang akurat.

Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian untuk memperoleh desain rangka turbin yang optimal selama proses perancangan dan pembangunan rangka turbin ditunjukkan pada Gambar 1.



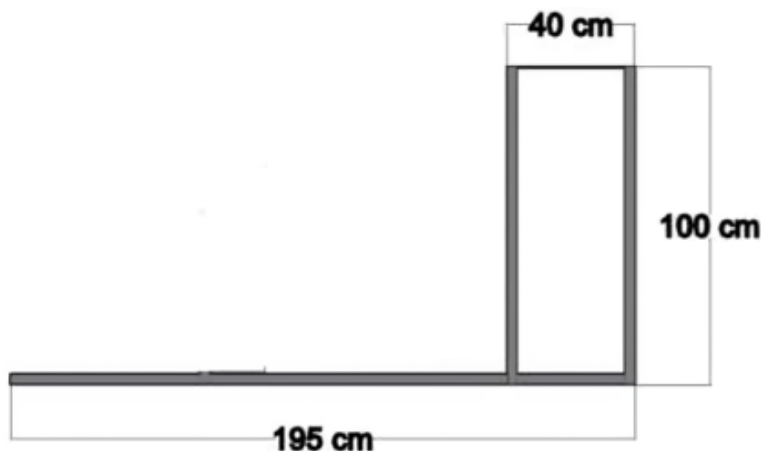
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi yang dianggap mampu merepresentasikan data penelitian secara akurat adalah Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang (UNPAM). Penelitian ini dilaksanakan di Jl. Witana Harja No. 18B, Pamulang Barat, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada ketersediaan fasilitas dan peralatan penelitian yang memadai untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Desain Sketsa Rangka Turbin Ulir

Desain sketsa rangka turbin ulir dibuat menggunakan software AutoCAD dengan pengaturan dimensi panjang 195 cm, tinggi 100 cm, dan lebar 40 cm, serta ketebalan material sebesar 0.3 cm. Pemodelan dilakukan dengan menyesuaikan setiap komponen rangka agar memiliki proporsi dan posisi yang presisi sesuai rancangan aktual. Tahap perancangan ini bertujuan untuk memperoleh visualisasi kerangka yang akurat sebelum proses pembuatan fisik dilakukan. Hasil perancangan sketsa rangka turbin ulir ditampilkan pada Gambar 2.

**Gambar 2. Sketsa Rangka Turbin Ulir****Alat dan Bahan**

Daftar alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan proyek turbin ulir Archimedes Screw disajikan secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Sketsa Rangka Turbin Ulir

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Amplas (2 cm)	1
2	Bak Penampung Air	2
3	Batu Gerinda	1
4	Batu Gerinda Potong	1
5	Baut 10 (3 cm)	16
6	Baut 14 (3 cm)	12
7	Bearing	2
8	Besi Siku	4
9	Busur Derajat	1
10	Cat Hitam (1 kg)	1
11	Dempul	2
12	Dinamo DC	1
13	Flow Meter	1
14	Gergaji Besi	2
15	Kawat Las	1
16	Keni L (¼")	5
17	Keni T Drat ½"	1
18	Kuas	3
19	Lem Bakar	1
20	Lem Korea	1

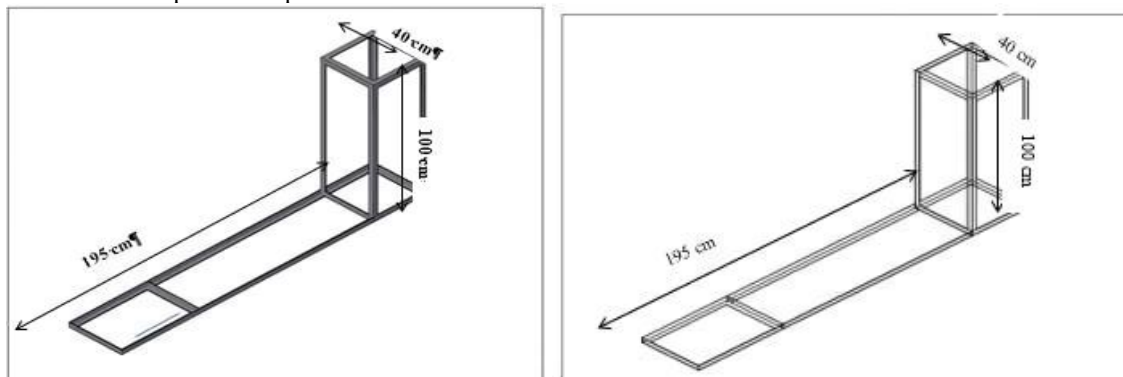
No	Alat dan Bahan	Jumlah
21	Lem Pipa PVC	1
22	Mata Bor 10 mm	1
23	Mata Bor 14 mm	1
24	Pilok Biru	1
25	Pilok Merah	1
26	Pilok Putih	1
27	Pisau Cutter	1
28	Pompa Air	1
29	Poros	1
30	Pressure Gauge	1
31	Pipa PVC 1"	2
32	Pipa Paralon $\frac{3}{4}$ "	1
33	Pipa Paralon $1\frac{1}{2}$ " (120 cm)	1
34	Pully Besar	1
35	Pully Kecil	1
36	PVC Lembaran	1
37	Roda	6
38	Slotip Pipa	1
39	Spidol	1
40	Tiner Botol	2
41	Valve	1
42	V-Belt	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Desain Rangka Alat Peraga Praktikum Turbin Ulir

Gambar desain rangka turbin ulir dibuat menggunakan aplikasi AutoCAD untuk menampilkan bentuk dan dimensi keseluruhan alat peraga. Rangka berfungsi sebagai penopang utama seluruh komponen turbin, sehingga struktur harus dirancang dengan tingkat kekokohan yang memadai.

Material rangka menggunakan besi siku dengan ketebalan 3 mm, memiliki panjang 195 cm, tinggi 100 cm, dan lebar 40 cm. Desain ini disusun agar mampu menahan beban operasional selama pengujian dan memberikan stabilitas pada keseluruhan sistem. Hasil desain rangka turbin ulir untuk alat peraga praktikum yang digambar menggunakan aplikasi AutoCAD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Rangka Turbin Ulir

Langkah-Langkah Perakitan Rangka

Proses perakitan rangka turbin ulir diawali dengan kegiatan pemotongan material utama berupa besi siku. Besi siku sepanjang enam meter dipotong menjadi dua bagian dengan panjang masing-masing 195 cm yang berfungsi sebagai elemen utama pada sisi panjang rangka. Tahapan ini dilakukan dengan memastikan hasil potongan presisi agar memudahkan proses penyambungan pada tahap berikutnya.



Gambar 4. Proses Pemotongan Besi Siku

Selanjutnya, dilakukan pemotongan besi siku dengan panjang 40 cm sebanyak empat buah. Potongan-potongan ini digunakan sebagaiudukan untuk menopang bak penampung air. Pemotongan dilakukan menggunakan alat potong logam agar hasil potongan rata dan sesuai ukuran yang direncanakan.



Gambar 5. Proses Pemotongan Besi Siku untuk Dudukan

Tahapan berikutnya adalah proses pengelasan antara potongan besi siku berukuran 195 cm dan 40 cm. Proses ini bertujuan untuk menyatukan seluruh komponen agar membentuk struktur rangka utama. Pengelasan dilakukan dengan memperhatikan kekuatan sambungan dan posisi sudut agar rangka memiliki kestabilan yang baik selama pengujian.



Gambar 6. Proses Pengelasan Rangka

Setelah semua bagian selesai dilas, rangka dirakit menjadi satu kesatuan struktur. Hasil akhir dari proses ini adalah rangka utama turbin ulir yang siap digunakan untuk tahap perakitan komponen turbin dan sistem pendukung lainnya.

**Gambar 7. Perakitan Akhir Rangka Turbin Ulir****Analisis Kekuatan Rangka pada Alat Peraga Praktikum Turbin Ulir**

Analisis kekuatan rangka dilakukan untuk mengetahui kemampuan struktur dalam menahan beban yang bekerja selama alat peraga dioperasikan. Parameter yang dihitung meliputi gaya statis, tegangan, dan regangan pada material rangka yang terbuat dari besi siku dengan ketebalan 3 mm. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain rangka memiliki kekuatan dan kestabilan yang memadai terhadap beban operasional.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kekuatan Statis, Tegangan, dan Regangan

Spesimen	Gaya Statis (N)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan (mm)
Besi Siku Tebal 3 mm	49	6.28205	0.03141

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 2, rangka turbin ulir dengan material besi siku tebal 3 mm dan dimensi panjang 195 cm, tinggi 100 cm, serta lebar 40 cm, memiliki gaya statis sebesar 49 N. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai tegangan sebesar 6.28205 N/mm² dan regangan sebesar 0.03141025 mm. Nilai ini menunjukkan bahwa rangka mampu menahan beban yang bekerja dengan baik tanpa mengalami deformasi berlebih, sehingga struktur dinilai layak untuk digunakan sebagai alat peraga praktikum turbin ulir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa rangka alat peraga praktikum turbin ulir dibuat menggunakan material besi siku dengan ketebalan 3 mm, memiliki dimensi panjang 195 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 100 cm. Dari hasil analisis kekuatan diperoleh bahwa rangka tersebut mampu menahan gaya statis sebesar 49 N, dengan nilai tegangan 6.28205 N/mm² dan regangan 0.03141025 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa struktur rangka memiliki kekuatan yang memadai untuk digunakan sebagai penopang utama alat peraga praktikum turbin ulir.

Desain dan analisis rangka turbin ulir yang telah dilakukan masih memiliki ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyempurnaan desain agar menghasilkan struktur yang lebih efisien dan presisi. Proses perhitungan dan pembuatan rangka sebaiknya dilakukan dengan ketelitian yang lebih tinggi agar dimensi yang diperoleh sesuai dengan rancangan teknis. Selain itu, pemilihan material hendaknya mempertimbangkan aspek kekuatan, ketahanan, dan efisiensi biaya, disertai pemahaman yang lebih mendalam terhadap prinsip rancang bangun turbin ulir sehingga alat peraga yang dihasilkan dapat berfungsi optimal dan memiliki daya tahan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahmat Apdia and R. Arman, "Pembuatan Turbin Ulir Archimedes Tenaga Mikrohidro," Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, 2022.
- [2] N. Haryanti, F. L. Sanjaya, and A. Supriyadi, "Rancang Bangun Kerangka Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbantu Perangkat Lunak SolidWorks 2016," Politeknik Harapan Bersama, Tegal, 2021.
- [3] M. A. Siregar, W. S. Damanik, and A. H. Harahap, "Karakteristik Unjuk Kerja Pump As Turbine (PAT) Menggunakan Satu Pompa Hisap," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 2, no. 1, pp. 17–24, Jul. 2021, doi: 10.53695/jm.v2i1.237.
- [4] C. Insani, "Rancang Bangun Turbin Reaksi pada Sungai Taman Kota 2 dengan Model Aliran Vortex," Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan, 2021.

- [5] A. W. Sitepu, J. B. Sinaga, and A. Sugiri, “Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH),” *J. Ilm. Tek. Mesin FEMA*, vol. 2, no. 2, Apr. 2014.
- [6] Rahmawaty, Suherman, S. Dharma, and A. Sai’in, “Kajian Eksperimental pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 1, pp. 95–102, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i1.3065.