

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu peran penting dalam pembangunan suatu negara yakni pada bagian sektor kelistrikan. Aktivitas yang membutuhkan sumber listrik tidak hanya digunakan pada penunjang sarana produksi dalam memfasilitasi pembangunan sektor lainnya seperti industri pengolahan, pertanian, pertambangan, pendidikan, dan kesehatan, tetapi peran sektor kelistrikan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kebutuhan sosial masyarakat sehari-hari (Adam, L, 2016). Sektor kelistrikan menjadi fondasi dalam proses pembangunan untuk menciptakan kesempatan kerja, meningkatkan pendapatan nasional dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam menunjang kegiatan sosial yang lainnya.

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar daripada daratan. Hal tersebut berpengaruh besar terhadap instalasi fasilitas yang diperlukan masyarakat, khususnya sektor kelistrikan. Peranan penting sektor kelistrikan dalam pembangunan di Indonesia masih tergolong tertinggal. Pada tahun 2011 Indonesia masih mencapai 71,2% terkait tingkat elektrifikasi yang rendah. Hal tersebut menunjukkan terdapat 28,8% masyarakat yang belum memiliki akses dalam mengkonsumsi tenaga listrik. Tingkat elektrifikasi diberbagai wilayah Indonesia masih tergolong sangat tertinggal yakni dibawah 50% seperti NTT dengan tingkat elektrifikasi masih mencapai 34,5% (Adam, L, 2016). Menurut data Susenas tahun 2020 menunjukkan terdapat 99,95% rumah tangga yang ada di wilayah Jawa Timur menjadikan listrik sebagai sumber penerangan rumah dengan rincian 99,47% dari sumber listrik PLN dan 0,48 dari sumber non listrik PLN. Data tersebut menunjukkan terdapat 0,05% rumah tangga yang ada di wilayah Jawa Timur belum mendapatkan sumber listrik dalam penerangan sehari-hari. Perkembangan jumlah pelanggan pengguna sumber listrik PLN di wilayah Jawa Timur semakin meningkat di setiap tahunnya dari tahun 2016 sampai 2020. Hal tersebut menunjukkan kebutuhan dan ketergantungan pada sumber listrik PLN sangat tinggi sehingga masih sangat minim alternatif lain yang dapat mengantisipasi pengganti dari sumber listrik PLN dan membutuhkan energi

terbarukan apabila terdapat gangguan pada transmisi (BPS, 2021). Menurut Jabar dkk (2020), energi terbarukan adalah salah satu sumber energi alternatif yang dapat secara cepat diproses di alam. Pada dasarnya, Indonesia memiliki potensi sumber energi yang sangat besar ketersediaannya di alam. Dengan pemanfaatan sumber energi terbarukan, dapat mendorong pembangunan berkelanjutan di Indonesia terutama pada wilayah yang tidak terjangkau oleh pusat. Di Indonesia saat ini telah terdapat bentuk energi baru dan terbarukan (EBT) salah satunya energi angin, energi air, energi surya, energi kelautan, energi biomasa. Seluruhnya telah tersebar di seluruh wilayah Indonesia dan telah diuji baik secara besar maupun kecil, potensi sumber energi air merupakan salah satu yang lebih efisien dalam pengembangannya.

Tabel 1.1 Perkembangan Jumlah Pelanggan berdasarkan Unit Pelaksana Layanan Pelanggan PT PLN di Provinsi Jawa Timur, 2016-2020 (Sumber : BPS, 2021)

Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Customer Service Implementation Unit	2016	2017	2018	2019	2020
UP3 SURABAYA SELATAN	553429	578977	605294	628887	650438
UP3 SURABAYA UTARA	339287	351542	363528	374628	385649
UP3 MALANG	1046097	1093521	1136823	1177385	1215250
UP3 PASURUAN	795479	834957	876097	915506	946005
UP3 KEDIRI	1090098	1128164	1164069	1200779	1231846
UP3 MOJOKERTO	1087992	1124842	1161115	1200011	1233008
UP3 MADIUN	719202	747963	778123	807461	837180
UP3 JEMBER	879919	917807	955590	1002807	1031248
UP3 BOJONEGORO	924533	960791	997457	1038881	1073339
UP3 BANYUWANGI	472730	497211	521966	549216	570015
UP3 PAMEKASAN	699851	754512	813642	893957	943552
UP3 SITUBONDO	333925	349777	373467	427722	452918
UP3 GRESIK	288009	300014	311838	323502	334250
UP3 SIDOARJO	488777	509457	528936	548918	567565
UP3 SURABAYA BARAT	244777	256737	267238	278893	290969
UP3 PONOROGO	561480	586571	614787	644829	668357
GABUNGAN	10525585	10992843	11469970	12013382	12431589

Pada wilayah Jawa Timur sendiri khususnya di pulau Madura masih memiliki rasio elektrifikasi sebesar 59,02%, dengan rasio tersebut menempatkan pulau Madura menjadi rasio elektrifikasi paling rendah di wilayah Jawa Timur. Keberadaan negara Indonesia sebagai negara kepulauan menimbulkan masalah dalam pemerataan energi listrik karena daerah kepulauan harus menggunakan sistem transmisi jaringan listrik antar pulau dan hal tersebut masih proses pembangunan. Sumber listrik yang ada di Pulau Madura masih ketergantungan pada Pulau Jawa dengan melalui dua sirkuit kabel bertegangan 150.000 volt dengan

kapasitas 2 x 100 mW yang berada di jalur kabel terbentang dari Gresik sampai Kamal, Madura (Aditya, 2018).

Untuk mendukung dalam memecahkan persoalan peningkatan rasio elektrifikasi maka diperlukan pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia di wilayah tersebut untuk meminimalkan ketergantungan pada sumber listrik PLN. Pemanfaatan energi baru terbarukan memiliki potensi yang baik dengan diiringi pengembangan pembangkit tenaga listrik dengan mempertimbangkan sumber daya alam yang ada. Salah satu sumber potensi yang ada di wilayah Jawa Timur khususnya Pulau Madura yakni air. Air irigasi, air terjun (air terjun toroan, air terjun batu raja manitan, air terjun kokop, air terjun ahatan, air terjun bulangan haji, air terjun kertagena, air terjun dhurbugan, dan air terjun thorbuk), serta waduk (waduk nipah, waduk keramat, waduk klampis, waduk samiran dan lainnya) yang di beberapa wilayah Pulau Madura.

Tabel 1.2 Pengukuran debit rata-rata bulanan di Pulau Madura (Sumber : Dinas Pengairan Prop. Jawa Timur oleh Idung Risdiyanto)

No	Pos Duga Air	Induk Sungai	Lokasi Desa, Kec, Kab	Debit Rata-Rata Bulanan (liter/detik)												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rerata
1	K. Blega	Blega	Telok, Blega	160	180	180	220	160	180	160	150	140	140	170	220	171.67
2	K. Nipah	Nipah	Tebanah, Sampang, Sampang	1310	1730	2890	3130	1350	1700	1200	1400	1170	1220	3450	6980	2294.17
3	K. Kemuning	Sampang	Panglen, Sampang, Sampang	200	230	410	400	260	150	120	80	90	100	240	240	210.00
4	K. Sampang	Sampang	Polagan, Sampang, Sampang	1190	1440	1660	1660	1580	1540	1400	1260	1090	1020	2230	1890	1496.67
5	K. Klampis	Klampis	Banjar, Kedundung, Sampang	510	930	870	1000	1110	1310	1130	760	360	150	980	1270	865.00
6	K. Samiran	Sela	Kacok, Propo, Pamekasan	180	290	320	230	80	70	70	60	140	170	100	320	169.17
7	K. Semajid	Semajid	Sumedangan, Pamekasan, Pamekasan	420	1030	1140	1060	240	130	40	40	40	90	290	1330	487.50
8	K. Sarokah	Sarokah	Madelan, Lenteng, Sumenep	610	210	490	1610	100	80	80	100	60	400	650	1190	465.00
9	K. Klampok	Klampok	Tambak Agung, Ambunten, Sumenep	180	210	530	560	300	250	170	100	160	240	180	530	284.17

Tabel tersebut menunjukkan keberadaan debit air sungai di Pulau Madura relatif memadai dan cenderung stabil pada sepanjang bulan. Peluang untuk dimanfaatkan keberadaannya dengan seiring dengan meningkatkannya kebutuhan energi listrik di Pulau Madura, maka dimanfaatkan dengan benar potensinya selain dijadikan sebagai objek wisata. Pemanfaatan irigasi, air terjun serta waduk atau

bendungan bukan semata-mata sebagai objek wisata melainkan juga sebagai sumber pembangkitan energi listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan perancangan mesin pembangkit listrik yang relevan dengan sumber daya alam air irigasi, air terjun, dan waduk dalam memenuhi kebutuhan danantisipasi konsumsi energi listrik yang semakin meningkat. Inovasi perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* (PLTA *Picohidro*) dengan sistem *archimedes screw pico hydro* akan dikembangkan dengan memanfaatkan air skala kecil, hal ini tersebut untuk mengantisipasi debit air yang rendah di pulau Madura tanpa mengurangi pemanfaatan mesin tersebut. Menurut Jabar dkk (2020), *pico hidro* adalah salah satu teknologi pembangkit tenaga air yang dikelompokkan berdasarkan kapasitas daya, dimana piko hidro hanya mampu menghasilkan <5 kW merupakan jenis yang terendah dalam memproduksi listrik. Pada daerah-daerah terpencil, skema piko hidro telah diakui sebagai opsi paling efektif, dengan mempertimbangkan lingkungan, prospektif ekonomi, dan social. Di seluruh dunia implementasinya telah berhasil dikembangkan. Prinsip kerjanya dimana dengan pengalihan sebagian aliran air melalui pipa pada aliran utama, air yang dialihkan yang kemudian masuk kedalam sistem pembangkit. Sistem ini memiliki tinggi lebih rendah dari aliran utama, kemudian melalui turbin sebelum kembali ke aliran air utama.

Proses pembuatan PLTA *Picohidro* ini dilakukan pengujian karakteristik dengan menggunakan jenis percobaan *design of experiment* dengan rancangan acak lengkap (lengkap) faktorial 3^2 dengan faktor debit air dan elevasi air serta respon *output* daya listrik berupa tegangan dan arus listriknya. Penggunaan kedua karakteristik tersebut didasarkan pada penelitian terdahulu yang memiliki pengaruh signifikan serta rancangan yang akan dibuat masih dalam tahap kesiapterapan teknologi pada tingkat 3 dan 4 yakni validasi mesin dengan uji eksperimental skala laboratorium. Karakteristik yang dilakukan akan digunakan untuk rancangan PLTA *Picohidro* guna mendapatkan tegangan dan arus listrik yang optimal sehingga dapat digunakan sumber listrik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari meskipun dengan sumber daya alam yang sangat terbatas. Diharapkan perancangan PLTA *Picohidro* ini dapat menjadi pemicu terciptanya energi terbarukan dan mandiri bagi wilayah yang tertinggal di seluruh Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan maka dihasilkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* yang dibuat untuk penelitian ini?
2. Apakah debit air berpengaruh pada Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* terhadap tegangan dan arus listrik yang dihasilkan?
3. Apakah elevasi air berpengaruh pada Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* terhadap tegangan dan arus listrik yang dihasilkan?
4. Bagaimana rancangan kombinasi terbaik pada hasil pengujian yang sudah dilakukan didalam percobaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan maka dihasilkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui dan memahami rancangan mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* yang dibuat untuk penelitian ini.
2. Mengetahui dan memahami pengaruh debit air pada mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* terhadap tegangan dan arus listrik yang dihasilkan.
3. Mengetahui dan memahami pengaruh elevasi air pada mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* terhadap tegangan dan arus listrik yang dihasilkan.
4. Mengetahui dan memahami rancangan kombinasi terbaik dari hasil pengujian yang sudah dilakukan didalam percobaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah disebutkan maka dihasilkan manfaat penelitian sebagai berikut

1. Dapat membuat mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* yang digunakan untuk memproduksi listrik alternatif.

2. Dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap *output* daya listrik berupa tegangan dan arus listriknya.
3. Dapat menciptakan inovasi baru dengan mengetahui karakteristik mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* sehingga menemukan formulasi kombinasi terbaik untuk menghasilkan sumber listrik yang baik.
4. Dapat membuat sumber listrik alternatif yang baik dan memiliki nilai kegunaan yang lebih tinggi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian yang ditetapkan antara lain sebagai berikut:

1. Peneliti tidak membahas perhitungan biaya operasional dalam perancangan mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro*.
2. Peneliti tidak membahas desain mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro* dengan pendekatan disiplin ilmu mekanika teknik atau ergonomi karena penelitian ini hanya mengetahui hasil uji dengan karakteristik penelitian terdahulu.
3. Peneliti tidak membahas pembuatan media lingkungan pengatur debit air pada percobaan mesin Pembangkit Listrik Tenaga Air *Picohidro*.
4. Karakterisasi kinerja variabel hanya menggunakan dua faktor karena mesin yang dibuat masih dalam tingkat kesiapterapan teknologi tiga dan empat yakni uji eksperimental skala laboratoirum serta hanya mengetahui dari hasil karakteristik faktor tersebut.

1.6 Asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Temperatur air serta kecepatan angin ruangan percobaan pada saat pengambilan data diasumsikan sama.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan merupakan awal dari sebuah penyusunan laporan tugas akhir. Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka merupakan bab yang menjelaskan tentang teori-teori dari sumber yang terpercaya dan dapat dipertanggung jawabkan. Teori-teori yang ditulis adalah sebagai bahan referensi dan pendukung yang dapat membantu dalam penulisan tugas laporan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III Metode Penelitian berisi tentang metode-metode dalam penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV Hasil dan Pembahasan berisi tentang hasil pengolahan data dengan metode-metode yang telah digunakan pada Bab III sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V Kesimpulan dan Saran merupakan bab terakhir dalam sistematika penulisan laporan tugas akhir. Pada bab ini menyimpulkan tentang apa yang dibahas pada Bab IV sebelumnya yang kemudian memberikan saran sebagai pengembangan untuk penelitian selanjutnya.