

Redesign Dan Remanufacturing Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Aliran Sungai Dengan Menggunakan Metode Palh Dan Beitz

Raihan^a, Heri Suropto^{a,*}, Saiful Anwar^a

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, universitas Pasir Pengaraian, Rokan Hulu, Riau

INFO ARTIKEL

Histori artikel:

Tersedia Online: Oktober 2024

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga air yang mempunyai daya dari ratusan Watt sampai 5 Kw itulah *pico hydro*. Secara teknis, piko hidro memiliki tiga komponen utama yaitu kincir air, transmisi dan generator. Piko hidro dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk mengaliri beban energi listrik yang letaknya berada jauh dari jangkauan saluran distribusi energi listrik. Pada penelitian ini melakukan desain ulang dan pembuatan serta perbandingan dengan penggunaan biaya PLN. Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* aliran sungai, kegiatan ini diawali dengan survei lokasi dan dilanjutkan dengan perancangan alat meliputi, menghitung putaran kincir dan transmisi serta arus yang keluar pada generator, untuk perancangan dan pembuatan menggunakan metode *Palh Dan Beitz*, sedangkan untuk pengujian menggunakan metode eksperimental dan untuk analisis menggunakan metode Numerik. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pada perancangan modifikasi menggunakan 2 transmisi yang menghasilkan daya pada putaran generator 361,2 Rpm dengan daya output dalam pengujian sebesar 105 Watt 8,57 V. Pembangkit listrik tenaga pikohidro dapat berdampak ekonomi yang baik bagi pengguna rancangan tersebut. Rancangan pembangkit dibuat dengan harga yang cukup ekonomis dengan komponen yang memiliki kualitas yang baik sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama serta dapat mengurangi biaya konsumsi penggunaan listrik di sekitar lingkungan pembangkit listrik.

Kata kunci: *Pico hydro*; Kincir Air; transmisi; Generator; *Undershoot*.

E – MAIL

* Email corresponding author:
heri.suriptodotone@gmail.com

ABSTRACT

Hydroelectric power plants that have power from hundreds of Watts to 5 Kw are pico hydro. Technically, pico hydro has three main components, namely the water wheel, transmission and generator. Pico hydro can be used as alternative energy to supply electrical energy loads that are located far from the reach of electrical energy distribution channels. In this research, redesign and manufacture were carried out as well as comparisons with the use of PLN costs. River flow pico hydro power plant, this activity begins with a site survey and continues with equipment design including, calculating the rotation of the wheel and transmission as well as the current coming out of the generator, for design and manufacture using the Palh and Beitz method, while for testing using the Experimental and for analysis using numerical methods. From the tests carried out, results were obtained in a modified design using 2 transmissions which produced power at a generator rotation of 361.2 Rpm with an output power in the test of 105 watts 8.57 V. The picohydro power plant had a good economic impact for the users of the design. The generator design is made at a fairly economical price with components that are of good quality so that it can be used for quite a long period of time and can reduce the cost of electricity consumption around the power plant environment.

Keywords: *Pico hydro*; Water wheel; Transmission; Generator; *Undershoot*

I. PENDAHULUAN

Energi memiliki peran yang sangat dibutuhkan untuk mencapai kegiatan sosial, ekonomi, dan lingkungan serta pembangunan yang berkelanjutan hal ini merupakan kegiatan ekonomi sosial. Penggunaan energi sangat meningkat salah satunya di Indonesia dengan pertambahan jumlah penduduk dan ekonomi. Persyaratan utama untuk meningkatkan standar hidup masyarakat perlu diciptakan energi yang handal [1]. Keterbatasan akses ke energi komersial telah menyebabkan pemakaian energi perkapita masih rendah dibandingkan dengan negara lainnya. Dua pertiga dari total kebutuhan energi nasional berasal dari energi komersial dan sisanya berasal dari biomassa yang digunakan secara tradisional (non komersial). Sekitar separuh dari keseluruhan rumah tangga belum terjangkau dengan sistem elektrifikasi nasional [2].

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Sebagai negara konsumen tertinggi di ASEAN, Indonesia menyumbang 36% dari total kebutuhan energi. Total konsumsi energinya 66% lebih tinggi dari Thailand, yang menempati urutan kedua dan 50 kali lipat dari Brunei Darussalam. Krisis energi yang dikenal sebagai "peak oil" yang secara internasional disebabkan oleh kelangkaan bahan bakar minyak membuat pemerintah mengambil kebijakan di bidang energi, antara lain dengan disahkannya Keppres No. 43 tentang Konservasi Energi Tahun 1991 dan Keppres No. 10 tentang penghematan Energi tahun 2005. Pada saat yang sama, status sumber energi alternatif yang dapat menopang keberadaan energi fosil Indonesia semakin menurun, dan keberadaan sumber energi alternatif tidak dimanfaatkan secara optimal [3].

Konsumsi energi nasional saat ini terdiri dari BBM: 52,50%; gas: 19,04%; batubara: 21,52%; air: 3,73%; panas bumi: 3,01%; dan energi baru: 0,2%. Oleh karena itu pemanfaatan energi saat ini sudah mengarah pada pemanfaatan energi terbarukan yang ada di alam. Energi terbarukan adalah energi dari "proses alam yang berkelanjutan", seperti energi matahari, energi angin, aliran sungai yang dihasilkan oleh proses biologis, dan energi panas bumi. Pembangkit listrik tenaga air adalah salah satu dari lima sumber energi terbarukan terbesar. Potensi sumber daya PLTA sebesar 75 GW, dan tingkat pemanfaatannya sebesar 6,08 GW atau setara dengan 8,1%. Potensi air sebagai sumber energi terutama

digunakan untuk penyediaan listrik melalui tenaga air dan tenaga mikrohidro [4].

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan kapasitas beberapa watt hingga 1 kilowatt, pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan kapasitas 1.100 kilowatt, dan pembangkit listrik tenaga air kecil berkapasitas 100 kilowatt hingga 1 megawatt [5].

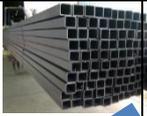
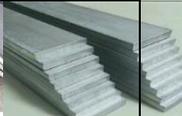
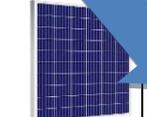
Dari latar belakang dan beberapa artikel penelitian terdahulu maka penulis ingin melakukan "Redesign Dan Remanufacturing Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Aliran Sungai Dengan Menggunakan Metode Palh And Beizt" redesign ini dilakukan berdasarkan teknologi yang telah dibangun tidak menghasilkan daya sesuai kebutuhan yang diakibatkan rendahnya kecepatan dan debit yang tersedia, sehingga penggunaan transmisi roda gigi sepeda motor yang digunakan memiliki gesekan yang cukup besar yang mengakibatkan putaran kincir lambat untuk memutar generator.

II. MATERIAL DAN METODE

2.1 Material

Morfologi bahan adalah ringkasan dari suatu perubahan bentuk secara sistematis untuk mengetahui bagaimana bentuk suatu produk dirancang, sifat morfologi, meliputi bentuk, ukuran, sifat permukaan, susunan dan warna. untuk menentukan karakteristik Dalam penelitian ini menggunakan material sebagai berikut :

Tabel 1 Morfologi Bahan

No	Sub fungsi	Varian		
		1	2	3
1	Bahan Rangka	 Besi hollow 3,5x3,5x1,4	 Besi siku 5x3	 Besi plat
2	Transmisi	 Roda gigi	 Rantai dan gear	 Sabuk poli
3	Bahan pengikat	 Kawat	 Paku keeling	 Baut
4	Pelampung	 Galon	 Jerigen	 Kayu
5	Pembangkit listrik	 Panel Surya	 Generator low RPM	 Generator High
6	Bahan Pewarna	 Cat lukis	 Cat dinding	 Cat besi

2.2 Metode

Penelitian ini akan melakukan redesain dan pembuatan serta kajian ekonomi pembangkit listrik tenaga piko hidro terpung aliran sungai, kegiatan ini diawali dengan survey lokasi alat dan dilanjutkan dengan perancangan alat meliputi mengukur debit air, menghitung jumlah sudu, menghitung putaran kincir dan transmisi serta arus yang keluar pada generator kemudian setelah itu melakukan pengujian terhadap alat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 metode diantaranya, untuk perancangan dan

pembuatan menggunakan metode *Palh And Beitz*, sedangkan untuk pengujian menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui nilai efisiensi dan daya output yang dihasilkan oleh alat pembangkit listrik serta mengetahui nilai ekonomi pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan generator putaran rendah.

Perancangan merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk.

Pahl dan Beitz mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design : A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl dan Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah :

1. Perencanaan dan penjelasan tugas
2. Perancangan konsep produk
3. Perancangan bentuk produk (*embodiment design*)
4. Perancangan detail

Setiap fase proses perancangan berakhir pada hasil fase, seperti fase pertama menghasilkan daftar persyaratan dan spesifikasi perancangan. Hasil setiap fase tersebut kemudian menjadi masukan untuk fase berikutnya dan menjadi umpan balik untuk fase yang mendahului. Perlu dicatat pula bahwa hasil fase itu sendiri setiap saat dapat berubah oleh umpan balik yang diterima dari hasil fase-fase berikutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.2 Fase Perumusan Tugas

Pada fase ini dikumpulkan semua informasi tentang persyaratan atau requirement yang harus dipenuhi oleh produk, adapun persyaratan spesifik dari redesign pembangkit listrik tenaga piko hidro adalah:

a. Kerangka PLTA Terapung

Untuk kerangka yang di pilih harus kokoh dan tahan terhadap korosi sebab bersentuhan dengan air. Yang mana dilakukan pengecatan terhadap alat

- b. Kincir air
Untuk kincir yang di pilih harus kuat dan dapat menahan laju aliran air serta tahan terhadap korosi baik dalam keadaan pasang maupun surut.
- c. Transmisi
Untuk transmisi yang di pilih harus ringan terhadap putaran dan mampu meneruskan daya yang besar serta tidak mudah slip meskipun terkena air. menggunakan gear sepeda pada dengan spesifikasi yang sesuai
- d. Batang penghubung
Untuk batang penghubung yang di pilih harus kokoh dan tidak mudah bengkok karena menahan beban kerangka.
- e. Pelampung
Untuk pelampung yang di pilih harus ringan dan tidak mudah bocor serta tahan terhadap korosi.
- f. Generator
Untuk generator yang di pilih harus ringan putaran (low Rpm) dan spesifikasinya sesuai dengan kebutuhan.

3.2.2. Fase fungsional

Pada fase ini biasanya menentukan konsep dari sebuah produk, Konsep produk biasanya berupa gambar skets atau gambar skema yang sederhana, tetapi telah memuat semua. Maka dari itu produk ini di gambar menggunakan software inventor 2015.

3.2.3. Fase Bentuk Desain

Pada fase ini konsep produk “diberi bentuk”, yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar skets masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersama menyusun bentuk produk, hal ini diawali dengan:

- a. Pembuatan dudukan kincir yang diawali dengan Penyusunan kerangka sebagai pelampung dudukan kincir dan transmisi.
- b. Selanjutnya adalah pembuatan transmisi dari gear yang sudah dikumpulkan yaitu gear sepeda sebanyak 2 transmisi.
- c. Selanjutnya adalah proses pengecatan rangka dan kincir dan transmisi
- d. Setelah cat kering kemudian di lanjutkan dengan perakitan kincir, dan transmisi serta generator ke dudukan kincir.

Pemilihan material sesuai dengan table 2 morfologi bahan pada halaman 15 yaitu:

- a. Kerangka menggunakan varian 1, kokoh, tidak mudah bengkok dan mampu menahan beban
- b. Transmisi menggunakan varian 1, tidak mudah slip, putaran ringan, dan dapat menerima beban yang berat
- c. Bahan pengikat menggunakan varian 1, kuat, mudah untuk di pasang, tepat menahan beban yang berat, dapat di pasang pada bagian yang tebal
- d. Pembangkit listrik menggunakan generator low RPM karena menyesuaikan dengan arus aliran sungai.
- e. Pelampung menggunakan galon dikarenakan biaya yang lebih efisien serta menyesuaikan gelombang arus aliran sungai.
- f. Bahan pewarna menggunakan varian 1, tidak mudah luntur terkena air, dan tahan terhadap korosi

3.2.4 Fase Hasil

Pada fase ini adalah fase perancangan detail produk dan hasil akhir pada fase ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan, adapun tahapannya adalah sebagai berikut :

- a. Panjang rangka keseluruhan adalah sebesar : 130cm
- b. Diameter kincir adalah sebesar : 100cm
- c. Lebar pelampung adalah sebesar : 25cm
- d. Transmisi 1
 - 1. Diameter gear besar: 13.5 cm
Jumlah gigi: 56 T
 - 2. Diameter gear kecil: 7 cm
Jumlah gigi: 16 T
- e. Transmisi 2
 - 1. Diameter gear besar: 13,5 cm
Jumlah gigi: 56 T
 - 2. Diameter gear kecil: 7 cm
Jumlah gigi: 16T
- f. Spesifikasi generator:
 - 1. Diameter gear kecil: 7 cm
Jumlah gigi: 16T
 - 2. putaran: 10-1000 Rpm
 - 3. Output: 400 Watt

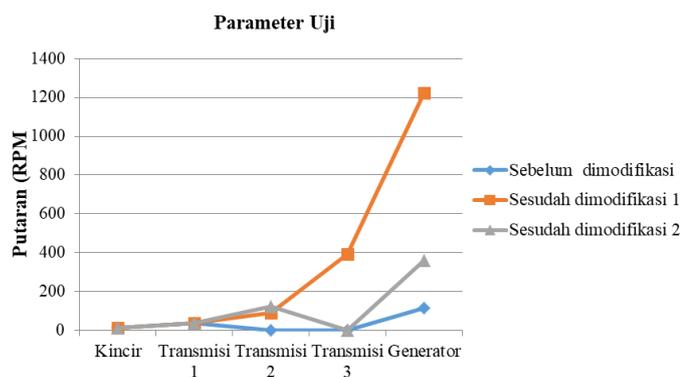
3.2 Tabel

Tabel perhitungan transmisi yang diperoleh dari perancangan

No	Bentuk Teknis	Parameter yang diukur					Satuan
		Kincir	Transmisi 1	Transmisi 2	Transmisi 3	Generator	
1	Sebelum dimodifikasi	12,5	35,4	-	-	115	Rpm
2	Sesudah dimodifikasi 1	12,5	37,3	90,2	394,3	1.221	Rpm
3	Sesudah dimodifikasi 2	12,5	38,0	121,8	-	361,2	Rpm

3.3 Grafik

Grafik dibuat seperti gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik pengaruh transmisi terhadap putaran

IV. KESIMPULAN

Pengujian yang dilakukan pada Perancangan Ulang Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) di Aliran Sungai Bungo ditarik kesimpulan :

1. Hasil redesain yang dilakukan dapat mengetahui nilai efisiensi yang sesuai dengan nilai yang diinginkan dan mendapatkan perubahan dari desain sebelumnya kemudian modifikasi transmisi yang menghasilkan daya dimana pada modifikasi 2 menggunakan transmisi 1 dengan putaran 38,0 Rpm dan transmisi 2 dengan putaran

121,8 Rpm dan putaran generator 361,2 Rpm menghasilkan daya output total 105,8 V 36,11 Ampere.

2. Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan energi alternatif dari jauhnya jangkauan dari pemukiman kota sehingga kurangnya arus listrik yang didapat oleh masyarakat sekitar dengan memanfaatkan SDA yang ada dan hasil perbandingannya dengan PLN juga relatif jauh sehingga penggunaan pembangkit listrik ini sangat menguntungkan sebagai alternatif dari jauhnya jarak untuk memasukkan arus kedesa

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada dosen pengampu yang telah memberikan petunjuk saran sehingga jurnal yang bersisi tentang teori ini dapat selesai dengan baik. Terima kasih juga kami ucapkan kepada rekan yang membantu dalam menemani untuk menyelesaikan jurnal ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. As'ari, "Analisis Kinerja Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Terapung (Studi Kasus Irigasi Sipogas)," *Enotek J. Energi Dan Inov. Teknol.*, Vol. 1, No. 01, Pp. 24–28, 2021, Doi: 10.30606/Enotek.V1i01.1002.
- [2] S. Suparman, H. Suyono, And R. N. Hasanah, "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Terapung (Pltpht)," *J. Eccis*, Vol. 11, No. 2, Pp. 82–88, 2018, [Online]. Available: <https://www.jurnaleccis.ub.ac.id/index.php/Eccis/Article/View/449%0ahttps://www.jurnaleccis.ub.ac.id/index.php/Eccis/Article/Download/449/297>.
- [3] Hermawati And Naufal Nadzir, "Pemanfaatan Aliran Air Terasering Sebagai Sumber Energi Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Di Desa Kadongdong Kabupaten Garut Jawa Barat," *J. Rekayasa Elektro Sriwij.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–7, 2019, Doi: 10.36706/Jres.V1i1.7.
- [4] M. Suyanto, S. Syafrudin, A. C. Nugroho, P. E. P, And S. Subandi, "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Pico Hydro Putaran Rendah Menggunakan Turbin Screw," *J. Electr. Power Control Autom.*, Vol. 4, No. 1, P. 15, 2021, Doi: 10.33087/Jepca.V4i1.47.

- [5] S. Bandri, A. Premadi, And R. Andari, “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (Pltph) Rumah Tangga,” *J. Sains Dan Teknol. J. Keilmuan Dan Apl. Teknol. Ind.*, Vol. 21, No. 1, P. 16, 2021, Doi: 10.36275/Stsp.V21i1.345.
- [6] E. G. Ekaputra, I. T. Junaidy, R. Rusnam, And D. Yanti, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro Untuk Penggerak Pompa Hidroponik,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. Dan Biosist.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 37–45, 2022, Doi: 10.21776/Ub.Jkptb.2022.010.01.05.
- [7] R. Marliansyah, D. N. Putri, A. Khootama, And H. Hermansyah, “Optimization Potential Analysis Of Micro-Hydro Power Plant (Mhpp) From River With Low Head,” *Energy Procedia*, Vol. 153, Pp. 74–79, 2018, Doi: 10.1016/J.Egypro.2018.10.021.
- [8] A. Nurdin And D. A. Himawanto, “Studi Numerik Kekuatan Material Transmisi Roda Gigi Pico Hydro,” *J. Tek. Mesin Indones.*, Vol. 14, No. 1, Pp. 24–29, 2019, Doi: 10.36289/Jtmi.V14i1.101.
- [9] Muhammad Dian Saputra, Heri Suropto, And Saiful Anwar, “Analisis Redesign Pembangkit Listrik Pico Hidro Bfws Melalui Modifikasi Sistem Transmisi Gear,” *Enotek J. Energi Dan Inov. Teknol.*, Vol. 2, No. 02, Pp. 74–78, 2023, Doi: 10.30606/Enotek.V2i02.1802.
- [10] M. Ibrahim, I. Dirja, And V. Naubnome, “Rancang Bangun Prototipe Pltph Sebagai Listrik Penerangan Kapasitas 9 Watt,” *J. Energi Dan Manufaktur*, Vol. 13, No. 2, P. 63, 2020, Doi: 10.24843/Jem.2020.V13.I02.P04.
- [11] M. K. Ri, “No Titleελενη,” *Ayan*, Vol. 8, No. 5, P. 55, 2019.
- [12] K. Jamlay, L. Sule, And D. Hasan, “Perancangan Roda Air Arus Bawah Sudu Bengkak Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Di Desa Tamangil,” *J. Tek. Mesin Inst. Teknol. Padang*, Vol. 6, No. 1, Pp. 32–37, 2016.
- [13] L. Sule *Et Al.*, “Kinerja Roda Air Sudu Lengkung Arus Bawah Untuk Pembangkit Listrik,” Vol. 4, No. November, Pp. 449–460, 2018.
- [14] Y. Prabowo, S. B. N. Nazori, And G. Gata, “Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pmlth) Pada Saluran Irigasi Gunung Bunder Pamijahan Bogor,” *J. Ilm. Fifo*, Vol. 10, No. 1, P. 41, 2018, Doi: 10.22441/Fifo.V10i1.2939.
- [15] Kaskus Addict, “Sejarah Dan Perkembangan Kincir Air,” 2011. .
- [16] A. H. P, “Pemanfaatan Pemandian Umum Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro (Pltmh) Menggunakan Kincir Tipe Overshot,” Vol. 12, No. 01, 2012.
- [17] I. D. N. D. Putra And W. Winarso, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro Menggunakan Generator Dc Shunt,” *J. Ris. Rekayasa Elektro*, Vol. 4, No. 1, 2022, Doi: 10.30595/Jrre.V4i1.11634.
- [18] T. Wahyudi, M. I. Arsyad, And M. Ivanto, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Aliran Arus Sungai,” *J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, Vol. 3, No. 1, Pp. 87–91, 2022.
- [19] D. Finaldi, “Perancangan Ulang Visual Corporate Identity Kamajaya Kreasindo Perancangan,” *Comput. Human Behav.*, Vol. 63, No. May, Pp. 9–57, 2018.
- [20] Y. Y. Tanoto, “Perancangan Proses Remanufaktur Pada Komponen Otomotif,” *J. Tek. Mesin*, Vol. 17, No. 1, Pp. 11–16, 2021, Doi: 10.9744/Jtm.17.1.11-16.
- [21] M. Di And L. Patongloan, “Prosiding 5,” No. 1, Pp. 179–184, 2021.
- [22] A. S. Anggayudha And L. Hakim, “Kajian Teknis Dan Manfaat Keekonomian Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro,” 2023.
- [23] A. Putra And M. Isa, “Piko Hydro Scale 12 Volt For Lighting Requirements In Farmed,” Vol. 3, No. 2, 2022, Doi: 10.25008/Bcsee.V3i2.1166.
- [24] H. Suropto And S. Anwar, “Desain Dan Pengembangan Prototipe Alat Uji Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Back Flow Water System,” *Jtera (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, Vol. 5, No. 2, P. 221, 2020, Doi: 10.31544/Jtera.V5.I2.2020.221-230.