

PENGEMBANGAN APLIKASI VISUAL STUDIO DAN KONEKTIVITAS DENGAN ADAFRUIT

Ketut Widya Kayohana

Ilmu Komputer, Universitas Bumigora

Jl. Ismail Marzuki No.22, Cilinaya, Kec. Cakranegara, Kota Mataram, Nusa Tenggara Bar. 83127

ketut.widya@universitasbumigora.ac.id

ABSTRAK

Dasar dari pengembangan energi terbarukan seperti yang dinyatakan dalam *Blue Print* Pengelolaan Energi Nasional adalah target Pemerintah untuk meningkatkan peranan energi terbarukan dalam total bauran energi nasional dari kurang dari 4% pada tahun 2006 menjadi 17% pada tahun 2025. Membangun pembangkit listrik tenaga air bersifat *off grid* digunakan untuk mengetahui potensi debit air dan volume air di desa batu kumbang lingsar, dalam perancangan PLTMH dan PICOHIDRO memperhatikan lokasi memiliki kapasitas daya aliran air yang tinggi, struktur lokasi yang cocok, debit air dan memiliki air mengalir sepanjang tahun dengan frekuensi debit air pada musim kemarau dan musim hujan relatif stabil, serta gradient sungai dan ketinggian aliran air sesuai dengan kebutuhan. Penelitian Pengembangan *Renewable energy* PLTMH dan Picohidro di desa batukumbang menggunakan jenis penelitian pengembangan *engineering design* [1] which consists of from Step analysis, design, development, and testing. Bendungan mempunyai dua keluaran saluran air dimana mengalir pada pipa pesat dan mengalir pada sungai pertambakan. Besar debit air yang mengalir sebesar 17 ltr/dtk dengan daya yang dihasilkan sebesar 1411,2 watt, Fasilitas operasi panel kontrol minimum terdiri dari: (1) Kontrol start/stop; (2) Stop; (3) Trip stop; (4) Emergency shutdown. Tegangan yang dihasilkan menggunakan pzem 210 volt dengan arus 1.16 A dan daya 35.6 watt

Kata kunci: Visual Code, Pico Hidro, Mqtt

1. PENDAHULUAN

Dasar dari pengembangan energi terbarukan seperti yang dinyatakan dalam *Blue Print* Pengelolaan Energi Nasional adalah target Pemerintah untuk meningkatkan peranan energi terbarukan dalam total bauran energi nasional dari kurang dari 4% pada tahun 2006 menjadi 17% pada tahun 2025. Indonesia juga memiliki sumber energi hidro yang besar dengan total potensial diperkirakan 75.67 GW. Kebijakan energi nasional Indonesia bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada minyak dan gas dan untuk membuat variasi campuran energi dengan meningkatkan pangsa dari sumber energi yang lain seperti energi terbarukan. Indonesia telah menargetkan untuk memenuhi pangsa dari energi terbarukan sampai dengan 17% pada tahun 2025, seperti yang dinyatakan dalam cetak biru program penerapan energi Nasional 2007-2025 [2].

Hal ini menuntut setiap lembaga pendidikan agar mampu menyiapkan sumber daya manusia (SDM) yang berkompeten, terdidik dan terlatih di bidang energi terbarukan.

Energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Keterbatasan penyediaan energi listrik merupakan salah satu hambatan dalam pembangunan dan pengembangan masyarakat khususnya di daerah pedesaan. Umumnya daerah pedesaan terpencil yang terletak pada daerah pegunungan mempunyai potensi energi air yang besar yang dapat digunakan sebagai sumber energi khususnya pembangkit listrik (PLTA) [3].

Teknologi pumped stroge di dalam pembangkit

listrik memerlukan 2 reservoir yang terpisah menjadi upper reservoir dan lower reservoir yang terhubung dengan saluran air. Energi potensial di rubah menjadi energi kinetik dari *upper reservoir* ke *lower reservoir* dan energi kinetik (mekanik turbin dan generator sinkron) tersebut dikonversi menjadi energi listrik proses ini disebut discharge mode dan untuk *charge mode*, generator sinkron digunakan untuk memompa aliran air dari *lower* ke *upper reservoir* atau dengan menambahkan volume air dan energi potensial air. Ketika beban listrik rendah atau suplai daya jaringan utama pembangkit lain berlebih maka charge mode dilakukan [4]

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) memanfaatkan tenaga air sebagai penggerak turbin didalam menghasilkan sumber listrik. Hampir 150 negara di dunia menggunakan tenaga hidro dan di Indonesia menjadikan tenaga hidro sebagai sumber energi terbesar. Didalam penyediaan sumber energi listrik khususnya pembangkit listrik tenaga air. Didalam pembangkit listrik tenaga air terdapat unit serta komponen, diantaranya bendungan, saluran terbuka, bak penampung, turbin, rumah turbin, generator, serta instalasi sumber energi ke rumah [5]. Setiap tempat/lokasi memiliki kondisi alam yang berbeda-beda sehingga ketika pemasangan instalasi dan penentuan tata letak perancangan dan pemasangan pembangkit listrik tenaga hidro harus memperhatikan karakteristik topografi, hidrologi, dan geologi [6]. Selain itu, pemilihan lokasi juga mempertimbangkan debit air, biaya, kontruksi, resiko, dan dampak lingkungan, serta social.

Saat ini banyak dijumpai pembangkit listrik

menggunakan Energi Terbarukan seperti energi surya menggunakan *photocell*, energi bayu, dan energi air. Di era revolusi industri 4.0 saat ini perlu dilakukan penerapan teknologi *Internet of Things* untuk meningkatkan proses pengawasan dan pengontrolan pada system pembangkit listrik energi terbarukan tersebut. Sistem *off-grid* berbasis teknologi IoT dapat melakukan pengawasan dan pengontrolan tegangan keluaran dari pembangkit listrik dan juga koneksi *off-grid* terhadap jaringan dari mana saja dan kapan saja melalui internet. Oleh karena itu, perlu dikembangkan trainerkit pembangkit listrik energi terbarukan berbasis IoT [7].

Sejalan dengan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) tahun 2017-2045 dan Prioritas Riset Teknologi (PRN) tahun 2020-2024 dimana di bentuk untuk meningkatkan kapasitas riset nasional yang mencakup kuantitas dan kualitas sumber daya iptek, relevansi dan produktivitas riset serta peran pemangku kepentingan dalam kegiatan riset, serta kontribusi riset terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Fokus RIRN mencakup *foods; energy; health and medicine; transportation*; rekayasa keteknikan; pertahanan dan keamanan; *maritime*; sosio homaniora, seni dan pendidikan; *disaster, biodiversity, stuntinnutrition, climate change, envirotment water*. Dalam penentuan tema penelitian ini disesuaikan dengan RIRN, yakni fokus pada; energi dan inovasi teknologi dengan tema; Uji fungsional Media Pembelajaran Energi Terbarukan Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Mendukung Mata Pelajaran Pembangkit Listrik di SMK.

IoT adalah *framework* dimana objek dan manusia diberikan identifikasi tingkat tinggi dan kemampuan memindahkan data melalui web tanpa memerlukan interaksi dua arah antara manusia dengan komputer. IoT adalah kemajuan ilmiah yang menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berkaitan dengan sensor pintar dan perangkat pintar yang bekerja sama melalui jejaring online [8].

Berdasarkan paparan diatas tujuan dari pengabdian masyarakat ini membuat sebuah pembangkit listrik tenaga air khususnya PLTMH dan PICOHIDRO untuk mengetahui potensi debit air dan volume air di desa batu kumbang lingsar untuk membangun energi terbarukan khususnya pembangkit listrik tenaga air yang bersifat off grid. Dimana dalam perancangan PLTMH dan PICOHIDRO memperhatikan lokasi yang memiliki kapasitas daya aliran air yang tinggi, dan memiliki struktur lokasi yang cocok. Sumber daya listrik yang di hasilkan PLTMH dan PICOHIDRO dipengaruhi oleh debit air dan harus memiliki air yang mengalir sepanjang tahun dengan frekuensi debit air pada musim kemarau dan musim hujan yang relatif stabil, serta gradient sungai dan ketinggian aliran air sesuai dengan kebutuhan didalam perancangan PLTMH. Selain itu, memberikan pengetahuan dan pengalaman bagi masyarakat mengenai penerapan sumber daya alam untuk membangun pembangkit listrik tenaga air yang dapat

dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Dimana Saat ini banyak dijumpai pembangkit listrik menggunakan Energi Terbarukan seperti energi surya, energi bayu, energi air dan di era revolusi industri 4.0 saat ini perlu dilakukan penerapan teknologi khususnya *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan proses pengawasan dan pengontrolan pada system pembangkit listrik energi terbarukan (*system off-grid*) tersebut. Sistem *off-grid* berbasis teknologi IoT dapat melakukan pengawasan dan pengontrolan parameter keluaran dari pembangkit listrik dan juga koneksi *off-grid* terhadap jaringan dari mana saja dan kapan saja melalui internet.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Menurut kamus besar bahasa Indonesia mikro adalah kecil, sedangkan hidro adalah bentuk terikat air. Sehingga dapat diartikan mikro hidro adalah air dengan debit yang kecil. PLTMH adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air dengan debit air yang kecil. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik adalah yang memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu serta instalasi[9].

Pembangkit listrik kecil yang dapat menggunakan tenaga air pada saluran irigasi dan sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head, dalam m) dan kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (flow capacity)[6].

Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Air dialirkan ke power house (rumah pembangkit) yang biasanya dibangun dipinggir sungai. Air akan memutar turbin (runner), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Pembangkit listrik tenaga air dibawah 200 kW digolongkan sebagai PLTMH [10].

Potensi sumber daya air yang melimpah di Indonesia karena banyak terdapatnya hutan hujan tropis, membuat kita harus bisa mengembangkan potensi ini, karena air adalah sebagai sumber energi yang dapat terbarukan dan alami. Bila hal ini dapat terus dieksplorasi, konversi air menjadi energi listrik sangat menguntungkan bagi negeri ini. Di Indonesia telah terdapat banyak sekali PLTMH dan waduk untuk menampung air, tinggal bagaimana kita dapat mengembangkan PLTMH menjadi lebih baik lagi dan lebih efisien [11]. Untuk memonitoring hasil tegangan atau output di perlukan protocol mqtt (mqtt dash).

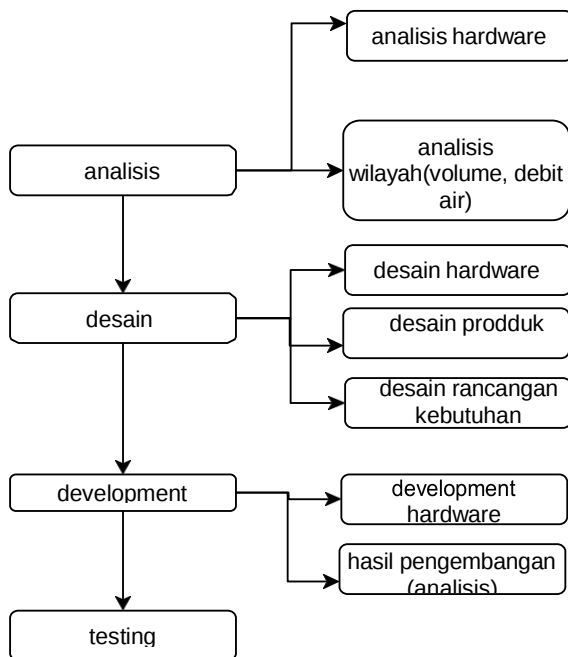
Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa MQTT dapat digunakan sebagai solusi untuk remote control nirkabel. Selain itu, Penerapan MQTT di lingkungan IoT merupakan solusi dengan daya

rendah yang ditunjuk untuk meningkatkan setuju kegagalan pada perusahaan tenaga listrik. Saat mentransmisikan data, MQTT mengalami penalti yang lebih berat untuk paket loss COAP yang lebih parah serta penalti yang lebih berat untuk paket loss COAP yang lebih parah[12].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian Pengembangan *Renewable energy* PLTMH dan Picohidro di desa batukumbung menggunakan jenis penelitian pengembangan *enggining design* [1] which consists of from Step analysis, design, development, and testing.

Tabel 1. Blok Diagram Metode Penelitian



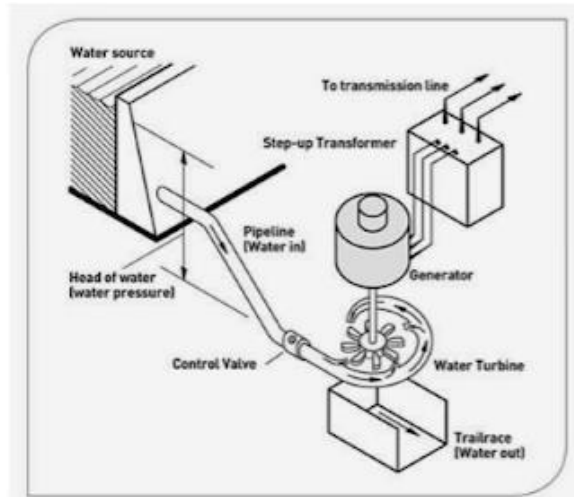
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan kebutuhan suplai daya ke daerah-daerah pedesaan di sejumlah negara, sebagian untuk mendukung industri-industri dan sebagian untuk menyediakan penerangan di malam hari. Kemampuan pemerintah yang terhalang oleh biaya yang tinggi untuk perluasan jaringan listrik, dapat membuat Mikrohidro memberikan sebuah alternatif ekonomi ke dalam jaringan. Hal ini dikarenakan Skema Mikrohidro yang mandiri dapat menghemat dari jaringan transmisi, karena skema perluasan jaringan tersebut biasanya memerlukan biaya peralatan dan pegawai yang mahal. Dalam kontrak, Skema Mikro Hidro dapat didisain dan dibangun oleh pegawai lokal, dan organisasi yang lebih kecil, dengan mengikuti peraturan yang lebih longgar dan menggunakan teknologi lokal, seperti untuk pekerjaan irigasi tradisional atau mesin-mesin buatan local [13]. Prinsip Kerja PLTMH

PLTMH dan PICOHIDRO pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah air yang jatuh (debit) perdetik yang ada pada saluran air yang

dikondisikan dengan pipa. Air yang mengalir selanjutnya menggerakkan turbin, kemudian turbin kita hubungkan dengan generator. Generator inilah yang akan menghasilkan listrik. Hubungan antara turbin dengan generator dapat menggunakan jenis sambungan sabuk (belt) ataupun sistem gear box. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk PLTMH skala besar adalah jenis flat belt sedangkan V-belt digunakan untuk skala di bawah 20 kW (PICOHIDRO). Selanjutnya listrik yang dihasilkan oleh generator ini akan melalui trafo guna mendapat tegangan yang di sesuaikan kebutuhan. Kemudian listrik akan melewati jaringan transmisi rendah (JTR) untuk dialirkan ke rumah-rumah dengan memasang pengaman (sekring). Yang perlu diperhatikan dalam merancang sebuah PLTMH dan PICOHIDRO adalah menyesuaikan antara debit air yang tersedia dengan besarnya generator yang digunakan. Jangan sampai generator yang dipakai terlalu besar atau terlalu kecil dari debit air yang ada. Generator yang tidak sesuai juga akan menyebabkan tingkat efisiensi rendah.

4.1. Desain



Gambar 1. Skema PLMH dan PICOHIDRO

4.2. Kondisi Umum Daerah Studi (Geografis)

Desa batu kumbung kecamatan lingsar adalah salah satu bagian wilayah kabupaten Lombok barat. Batas wilayah desa batu kumbng kecamatan lingsar Kabupaten Lombok barat dengan batasan wilayah sebagai berikut:

Tabel 2. Diagram Wilayah Geografis

Sebelah Barat	Desa Lingsar
Sebelah Timur	Desa Surunadi
Sebelah Selatan	Desa Selat
Sebelah Utara	Batu Mekar

Ditinjau dari keadaan geografisnya, Kabupaten Lombok Barat dibagi menjadi: (1) Daerah Pegunungan, yaitu gugusan pegunungan yang membentang dari Kecamatan Lingsar sampai Kecamatan Narmada. Gugusan pegunungan ini merupakan sumber air sungai yang mengalir ke

wilayah bagian tengah dan bermuara di pantai barat; (2) Daerah Berbukit-bukit, yang terdapat di bagian selatan meliputi Kecamatan Sekotong dan Lembar di bagian selatan; (3) Daerah Dataran Rendah, yang terdapat di bagian tengah yang membentang dari perbatasan ujung timur dengan ujung barat.”.



Gambar 2. Topografi

4.3. Topografi (Gambaran Umum Lokasi)

Jika di telusuri lebih jauh ke arah hulu, ternyata aliran air ini adalah bagian hilir dari sungai yang memanjang ke arah selatan-barat Kecamatan Lingsar ini. Sehingga setelah di konfirmasi kepada penduduk bahwa sungai tersebut dimanfaatkan secara baik. Dikarenakan memiliki potensi terhadap pemanfaatan air dan salah satunya sebagai waduk. Dari hasil perhitungan debit dilapangan pada musim kemarau pun aliran air dapat mencapai 30 ltr/ det. Ini di sebabkan suplai air dari hulu cukup besar masuk ke badan sungai ini.



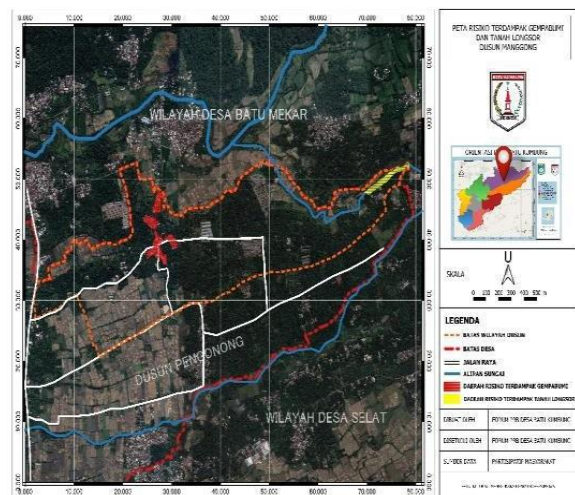
Gambar 3. Lokasi bendung Low Head PLTMH dan Pico Hidro

Desa Batu Kumbang merupakan salah satu Desa dari 10 Desa yang berada di Kecamatan Lingsar

Kabupaten Lombok Barat. Adapun jarak Desa ini dari pusat pemerintahan Kabupaten Lombok Barat yakni sekitar 23 km dengan jarak tempuh sekitar ½ jam perjalanan. Desa batu kumbang berada di daerah yang sangat subur dengan sumber air yang melimpah serta panorama alam yang masih asri menjadikan desa ini sangat berpotensi untuk budidaya hortikultura, perikanan dan pengembangan sektor pariwisata khususnya wisata air.

Desa Batu Kumbang terdiri dari 8 Dusun yang memiliki potensi wisata masing-masing. Salahsatunya Dusun Batukumbang, yang memiliki potensi berupa mata air yang dijadikan kolam ikan dan menjadi pusat wisata desa Batu Kumbang, yakni . Berbeda dengan kebanyakan kolam ikan lainnya, air kolam ikan bersumber dari mata air alami

4.4. Kondisi Umum Lokasi



Gambar 4. Peta Desa Batukumbang

Dusun batu kumbang terletak di Desa Batu Kumbang Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat. Memiliki jarak tempuh sekitar 23 KM dari pusat pemerintah dengan waktu tempuh ½ jam perjalanan. Dusun batukumbang berada di daerah yang sangat subur dengan sumber air yang melimpah. Kondisi alamnya masih alami dan panorama alamnya yang sangat indah. Dengan kondisi alam seperti ini. Dusun manggong berpotensi untuk budidaya hortikultural, perikanan, dan pengembangan sektor pariwisata air.

Dusun batu kumbang teridentifikasi sebagai salah satu dusun yang memiliki potensi wisata dengan luas 156 ha dan menjadi pusat wisata di Desa Batu Kumbang dengan jumlah penduduk sebanyak ± 941 jiwa. Dengan batas-batas sebelah barat berbatasan dengan wilayah desa Lingsar, di wilayah timur berbatasan dengan desa Suranadi, di wilayah selatan berbatasan dengan desa Selat, dan di wilayah utara berbatasan dengan desa Batu Mekar. saat dilakukan survey tidak tampak adanya tanda-tanda kekhawatiran tentang kualitas air. Hal ini juga ditunjukkan oleh adanya ternak masyarakat yang memakai air sungai ini sebagai air minum. Daya mikrohidro dan pichidro

dapat dihitung dengan persamaan:

$$P \text{ (daya)} = 9,8 \times Q \times H_n \times h$$

Tabel 3. Perhitungan Debit Air

Q	: Debit aliran (m ³ /s)
H _n	: Head net/ tinggi jatuh air (m)
9,8	: konstanta gravitasi bumi
H	: efisiensi keseluruhan

Data yang di peroleh di suatu lokasi adalah sebagai berikut: Q = 60 m/s, H_n = 3 m, dan h= 0,8. Maka besarnya potensi daya (P) adalah

$$P \text{ (daya)} = 9,8 \times Q \times H_n \times h$$

$$P = 9,8 \times 60 \times 3 \times 0,8 = 1411,2 \text{ watt}$$

Bagian-bagian PLTMH dan PICOHIDRO



Gambar 5. Sistem PLTMH

4.5. Waduk (reservoir)

Waduk adalah danau yang dibuat untuk membendung sungai guna memperoleh air sebanyak mungkin sehingga mencapai elevasi. Semakin tinggi debit air maka akan semakin kuat tekanan air saat melewati pipa. Waduk juga berfungsi untuk mengendapkan lumpur dari air. Sehingga perlu adanya kegiatan pembersihan secara berkala untuk mengurangi endapan lumpur.

4.6. Bendungan (dam)

Dam berfungsi menutup aliran sungai – sungai sehingga terbentuk waduk. Tipe bendungan harus memenuhi syarat topografi, geologi dan syarat lain seperti bentuk serta model bendungan. Bendungan mempunyai dua keluaran saluran air dimana mengalir pada pipa pesat dan mengalir pada aliran sungai. Besar debit air yang mengalir sebesar 17 ltr/dtk

4.7. Saringan (Sand trap)

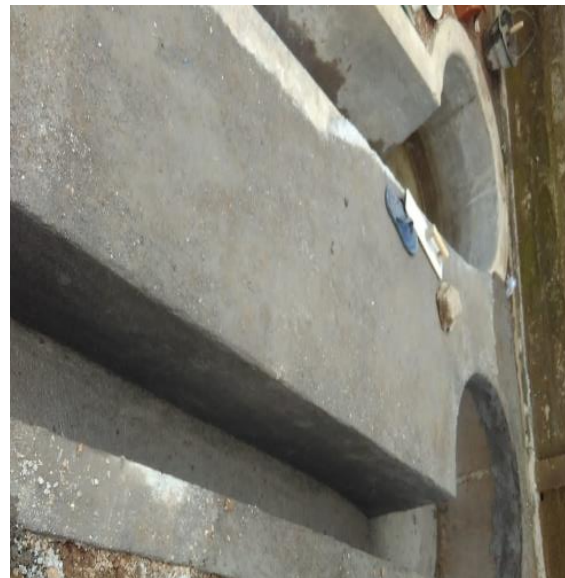
Saringan ini dipasang didepan pintu pengambilan air, berguna untuk menyaring kotoran – kotoran atau sampah yang terbawa sehingga air menjadi bersih dan tidak mengganggu operasi mesin PLTMH dan PICOHIDRO



Gambar 6. Bendungan dan saringan

4.8. Pintu pengambilan air (Intake)

Pintu Pengambilan Air adalah pintu yang dipasang diujung pipa dan hanya digunakan saat pipa pesat dikosongkan untuk melaksanakan pembersihan pipa atau perbaikan. Selain itu intake juga berfungsi untuk mengendalikan aliran air ketika debit air kecil. Intake ditutup untuk mengalirkan air ke persawahan terasering, setelah persawahan cukup air maka intake kembali dibuka sehingga dapat kembali menggerakkan turbin dan generator untuk memproduksi listrik



Gambar 7. Intake

4.9. Katub utama (main valve atau inlet valve)

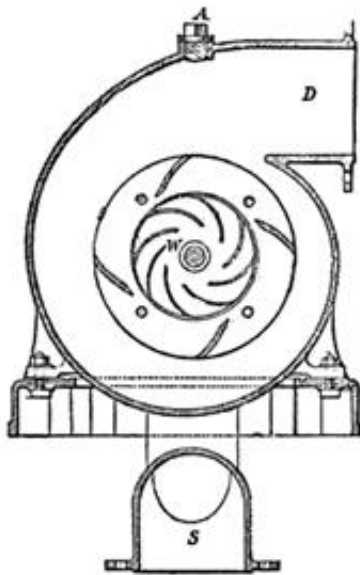
Katub utama dipasang didepan turbin berfungsi untuk membuka aliran air, Menstart turbin atau menutup aliran (menghentikan turbin). Katup utama ditutup saat perbaikan turbin atau perbaikan mesin dalam rumah pembangkit. Pengaturan tekanan air pada katup utama digunakan pompa hidrolik. Katub ini juga berfungsi untuk menghindari benturan yang keras dari air ketika intake dibuka.

4.10. Testing

Gedung Sentral merupakan tempat instalasi turbin air, generator, peralatan Bantu, ruang pemasangan, ruang pemeliharaan dan ruang control. Beberapa instalasi PLTMH dalam rumah pembangkit adalah:

Turbin, merupakan salah satu bagian penting dalam PLTMH yang menerima energi potensial air dan mengubahnya menjadi putaran (energi mekanis). Putaran turbin dihubungkan dengan generator untuk

menghasilkan listrik. Desain dari turbin harus mempunyai kemampuan untuk menahan dorongan dari air



Gambar 8. Turbin

Spesifikasi Turbin yang digunakan dan di buat terdapat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 4. Spesifikasi Turbin

Spesifikasi	Keterangan
Efisiensi turbin	80 %
Jenis turbin	<i>propeller open flume</i>
Diameter <i>propeller</i>	12 cm
Head	2,1 m

Generator adalah suatu peralatan yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Jenis generator yang digunakan pada perencanaan PLTMH ini adalah: (1) Generator *sinkron*, sistem eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*) dengan penggunaan dua tumpuan bantalan (*two bearing*); (2) *Induction Motor* sebagai Generator (IMAG) sumbu vertikal, pada perencanaan turbin *propeller open flume*; (3) Spesifikasi generator adalah putaran 1500 rpm, 50 Hz, 3 fasa dengan keluaran tegangan 220 V/380 V; (4) Efisiensi generator secara umum <10 KVA efisiensi 0.7 - 0.8. Sistem kontrol yang digunakan pada perencanaan PLTMH ini menggunakan pengaturan beban sehingga jumlah output daya generator selalu sama dengan beban. Apabila terjadi penurunan beban di konsumen, maka beban tersebut akan dialihkan ke sistem pemanas udara (*air heater*) yang dikenal sebagai *ballast load/dummy load*.

Sistem pengaturan beban yang digunakan pada perencanaan ini adalah: (1) *Electronic Load Controller (ELC)* untuk penggunaan generator sinkron; (2) *Induction Generator Controller (IGC)* untuk penggunaan IMA. generator yang digunakan adalah generator pembangkit listrik AC. Untuk memilih kemampuan generator dalam menghasilkan energi

listrik disesuaikan dengan perhitungan daya dari data hasil survei. Kemampuan generator dalam menghasilkan listrik biasanya dinyatakan dalam *VoltAmpere (VA)* atau dalam *kilo volt Ampere (kVA)*. Spesifikasi generator yang digunakan terdapat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 5. Spesifikasi Generator

Spesifikasi	Keterangan
Jenis generator	<i>IMAG (induction motor as generator)</i>
Tegangan	220/380 volt keluaran 225 volt
Frekuensi	50 Hz
Daya output	350 watt

Penghubung turbin dengan generator, penghubung turbin dengan generator atau sistem transmisi energi mekanik ini dapat digunakan sabuk atau puli, roda gerigi atau dihubungkan langsung pada porosnya.

- 1) Sabuk atau puli digunakan jika putaran per menit (rpm) turbin belum memenuhi putaran rotor pada generator, jadi puli berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan rpm motor generator.
- 2) Roda gerigi mempunyai sifat yang sama dengan puli. Penghubung langsung pada poros turbin dan generator, jika putaran turbin sudah lama dengan putaran rotor pada generator.



Gambar 9. Panel box (instalasi *output*/daya yang dihasilkan)

4.11. Pemilihan Sistem Kontrol

Sistem kontrol tersebut telah dapat dipabrikasi secara lokal, dan terbukti handal pada penggunaan di banyak PLTMH dan PICOHIDRO. Sistem kontrol ini terintegrasi pada panel kontrol (*switch gear*). Fasilitas operasi panel kontrol minimum terdiri dari: (1) Kontrol *start/stop*, baik otomatis, semi otomatis, maupun manual; (2) Stop/berhenti secara otomatis; (3)

Trip stop (berhenti pada keadaan gangguan: *over-under voltage*, *over-under* frekuensi; (4) *Emergency shutdown*, bila terjadi gangguan listrik (misal arus lebih)

Tabel 6. Output yang dihasilkan

Tegangan	90 volt
Arus	1.8 A

Tegangan dan arus yang dihasilkan ketika pembangkit listrik tenaga air sebesar 90 volt, guna memenuhi tegangan dan arus yang diinginkan perlu adanya *step up* tegangan. Oleh karena itu, tegangan dinaikan dengan menggunakan kapasitor di keluaran generator

Tabel 7. Tanpa Kapasitor Keluaran

Tanpa menggunakan kapasitor	Besaran
Tegangan	135 volt
Arus	1.8 A

Tabel 8. Kapasitor Keluaran 1

Dengan menggunakan kapasitor	Besaran
Tegangan	207 volt
Arus	1.2 A

Dimana sebelum menggunakan kapasitor guna menstabilkan parameter output yang di hasilkan, pengaturan turbin di buat sepresisi mungkin dan pengaturan rumah turbin untuk menekan debit air sehingga putaran dan rpm pada generator semakin kencang sehingga dihasilkan tegangan sebesar 135 volt dan arus sebesar 1.8 volt. Kemudian untuk mencapai kebutuhan energi digunakan kapasitor dan perbaikan rumah turbin dan shaft pada turbin di ganti dengan membuat shaft turbin sepresisi dengan diameter 12 cm, dan membersihkan sampah baik itu daun ataupun plastik yang masuk kedalam rumah turbin maka sumber energi listrik pada generator akan meningkat dengan tegangan sebesar 207 volt, arus 1,2 ampere. Selain itu, membersihkan sampah yang masuk pada rumah turbin untuk menghindari suara yang bising (ribut).

4.12. Pemanfaatan dan penerapan IoT (Internet of Things)

Berdasarkan hasil analisis penggunaan prototype, didapat pembahasan utama yaitu tentang pembacaan parameter *Output* berbasis *Internet of Things* berupa tegangan, daya, dan arus, dan *software* untuk memonitoring parameter *output* yang dihasilkan. Selain itu, juga dengan memonitoring parameter tersebut dapat mencegah terjadinya *output* melebihi batas (*over*) yang dapat merusak prototype (proteksi). Didalam pengukuran parameter *output* berbasis *Internet of things* diperlukan broker MQTT. Hasil dari pengukuran akan dikirimkan secara *real time* oleh sensor (*publish*) ke aplikasi dan cmd (penerima/*subscribe*) melalui broker MQTT.dash . Berdasarkan identifikasi tersebut didapat kebutuhan

pengembangan prototype energi terbarukan berbasis *Internet of Things* pada tabel 1.

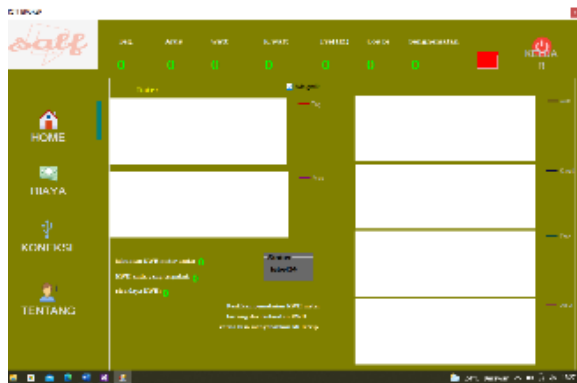
Tabel 9. Spesifikasi Rancangan

Hardware	Software	Data analyze
ESP 8266	Perhitungan biaya pembebanan	Pemakaian pembebanan
Sensor Pzem004t	Parameter <i>output</i>	Parameter <i>output</i>
Sensor zmct103C	Parameter <i>output</i>	Parameter <i>Output</i>
Sensor ZMPT10-B	Parameter <i>output</i>	Parameter <i>Output</i>
Power supply (switching)	Switching tegangan AC ke DC	387.6 cm0/220 - 12 volt DC
PCB double layer	Board komponen	Peletakan komponen <i>Hardware</i> (sensor, ESP8266, Arduino Nano) agar tidak mudah copot dan kokoh
Connector blok	Port AC dan DC	Port AC dan DC
Arduino nano	Parsing program	Parameter <i>output</i>

Tabel 10. Spesifikasi Dan Kebutuhan Hardware

Panel box	Fungsi	Keterangan
MCB	Pemakaian pembebanan	Daya yang di gunakan, beserta tegangan keluaran serta arus, dan cos phi
Emergency switch	Mematikan dan memutuskan arus listrik ke mesin atau peralatan.	Proteksi
Magnetic contactor	Komponen yang berfungsi sebagai steker atau pemutus arus	Proteksi
Push button	<i>On off</i> pada panel box	Saklar <i>on off</i>
TOR (Thermal overload relay)	Untuk memutuskan sumber listrik jika terjadi beban lebih, dan komponen <i>switching</i> yang memiliki fungsi untuk membuka dan menutup kontraktor (MC) ketika suhu melebihi batas yang ditentukan peralatan listrik	Proteksi
Lampu indikator (hijau)	Sebagai indikator NC	Indicator
Lampu indikator (merah)	Sebagai indikator NO	Indicator
Lampu indikator (kuning)	Indikator <i>Thermal overload</i> relay	Indicator

Untuk menghubungkan prototype (hasil parameter) dengan broker Mqtt. Dash maka di perlukan perangkat Arduino (nano), ESP8266 yang akan membaca parameter *output* sensor Pzem004t dan kemudian mengirimkan data tersebut kepada broker MQTT dengan format TCP/IP untuk kemudian ditampilkan pada aplikasi. Mikrokontroler Arduino (nano) dan ESP8266 juga akan membaca perintah yang telah dikirimkan oleh broker MQTT. dash dengan format TCP/IP yang akan kemudian di ubah dengan memberikan perintah start pada aplikasi. Cloud (internet) dengan memanfaatkan WiFi menjadi pusat koneksi antara sistem dan aplikasi dibuat, dengan ini sistem sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Kemudian didalam aplikasi akan di tampilan parameter *output* sesuai dengan perintah yang di berikan ESP 8266 dan kemudian dikirimkan ke broker MQTT. dash dan di teruskan ke aplikasi. Untuk tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 10. Aplikasi (software)

4.13. Pengujian aplikasi

Dimana di dalam aplikasi nanti akan di monitoring beberapa parameter *output* yang dihasilkan. Aplikasi dihubungkan melalui Ssid/pasword dan MQTT broker (mqtt dashboard) melalui internet. Ketika aplikasi terhubung didalam aplikasi akan ada indikator *connected* dan *disconnect*. Untuk parameter didalam software seperti tabel 2 dibawah ini.

a) Uji blackbox

Untuk uji *black box testing* setiap perangkat terlampir pada Tabel di bawah ini

Tabel 11. Parameter Output

no	Nama butir uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengamatan	Ket
1	Sensor pzem 004.T	Sensor dengan besar tegangan 220 dan arus 1,3 dengan teloransi pengirimamn sebesar 1- 2 detik dengan teloransi kekuatan sinyal hantar untuk publish dan subcribe dari mqtt dengan program void send_date() <pre> { //=====//volatge//===== ===== client.publish("tut1", String(secondValue).c_str());//===== =====//current1//===== client.publish("tut12", String(thirdValue).c_str());//===== =====//watt//===== client.publish("tut123", String(fifthValue).c_str()); //=====//Kwh//===== ===== client.publish("tut1234", String(sixval).c_str()); //=====//frekuensi//===== ===== client.publish("tut12345", String(firstValue).c_str()); //=====//cospi//===== ===== client.publish("tut123456", String(fourthValue).c_str()); </pre>	Sensor dengan besar tegangan 220 dan arus 1,3 dengan teloransi pengirimamn sebesar 1- 2 detik dengan teloransi kekuatan sinyal hantar untuk publish dan subcribe dari mqtt	Sesuai. Tetapi terkadang terdapat perubahan data untuk mengikuti toleransi dari sensor

no	Nama butir uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengamatan	Ket
2	Sensor zmct102	Sensor arus dengan dimensi 5 A berdasarkan program dengan teloransi sebesar 350 dengan besar arus yang di hasilkan sebesar 1,3 A dengan kalibrasi pembacaan arus dan tegangan dari sensor "rms = max_val * 5.00 * 0.707 / 1024; IRMS = rms * calibration_const;	Sensor arus dengan dimensi 5 A berdasarkan program dengan teloransi sebesar 350 dengan besar arus yang di hasilkan sebesar 1,32-3 A	Sesuai. Tetapi terkadang terdapat perubahan data untuk mengikuti toleransi dari sensor
3	Sensor zmct102	Sensor arus dengan dimensi 5 A berdasarkan program dengan teloransi sebesar 350 dengan besar arus yang di hasilkan sebesar 1,3 A dengan kalibrasi pembacaan arus dan tegangan dari sensor "rms = max_val * 5.00 * 0.707 / 1024; IRMS = rms * calibration_const;	Sensor arus dengan dimensi 5 A berdasarkan program dengan teloransi sebesar 350 dengan besar arus yang di hasilkan sebesar 1,32-3 A	Sesuai. Tetapi terkadang terdapat perubahan data untuk mengikuti toleransi dari sensor
4	Esp01	Pengiriman data dari arduino nano ke esp01 besar waktu teloransi sebesar 1 detik dengan 9600 dengan program "wifiManager.setBreakAfterConfig(true); if (!wifiManager.autoConnect("IOT listrik", "iot123456789")) { // Serial.println("failed to connect, we should reset as see if it connects"); delay(3000); ESP.restart(); delay(5000);	Pengiriman data dari arduino nano ke esp01 besar waktu teloransi sebesar 1 detik -3 detik dengan 9600	Sesuai. Tetapi terkadang terdapat perubahan data sesuai dengan keadaan jaringan di lokasi
5	Relay 1,2,3,4	Teloransi berdasarkan mqtt dash yang dikirimkan melalui aplikasi dan dilakukan secara manual diketahui kecepatan pengiriman sebesar 0,5 - 1 detik pengiriman data dengan program "Serial.print('*'); Serial.print(voltage); Serial.print(','); Serial.print(current); Serial.print(','); Serial.print(pf); Serial.print(','); Serial.print(power); Serial.print(','); Serial.print(frequency,1); Serial.print(','); Serial.print(energy,3); Serial.print(','); delay(500);	Teloransi berdasarkan mqtt dash yang dikirimkan melalui aplikasi dan dilakukan secara manual diketahui kecepatan pengiriman sebesar 0,5 - 1 Dan bisa menjadi 2 detik pengiriman data	Sesuai. Tetapi terkadang terdapat perubahan data sesuai dengan perintah dari mosquito ingin menggunakan relay yang mana
6	Arduino nano	Data yang digunakan di dalam arduino nano yaitu data setiap relay dari relay 1, relay2, relay3, relay4 dengan standart kalibrasi "#define calibration_const2 355.55"	Data yang digunakan di dalam arduino nano yaitu data setiap relay dari relay 1, relay2, relay3, relay4 dengan standart kalibrasi "#define calibration_const2 355.55". sehingga didalam penyesuain data untuk keluaran output dari relay dihasilkan sesuai	Sesuai.
7	Lcd 16x2	Data yang dikirimkan di dalam lcd yaitu data arus tegangan dan cospih serta daya sebesar 2 detik untuk konektivitas antara mqtt server dengan lcd "delay(2000); lcd.clear();" Kemudian untuk konektivitas lcd dengan pembacaan parameter yaitu sebesar 1 detik "lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Wat:"); lcd.setCursor(4, 0); lcd.print(fifthValue); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("KWat:"); lcd.setCursor(5, 1); lcd.print(sixval); delay(1000);	Data yang dikirimkan di dalam lcd yaitu data arus tegangan dan cospih serta daya sebesar 1-2 detik untuk konektivitas antara mqtt server dengan lcd	Sesuai.
8	Mosquitto	Berdasarkan program dari Arduino untuk adafruit mosquito dan pengiriman sinyal dari mosquito ke esp sebesar 5 detik dan memiliki rentang delay sebesar 2-5 detik" delay(3000); ESP.restart(); delay(5000);. Kemudian untuk konektivitas antara esp dengan sensor yaitu sebesar 1 detik "lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Wat:"); lcd.setCursor(4, 0); lcd.print(fifthValue); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("KWat:"); lcd.setCursor(5, 1); lcd.print(sixval); delay(1000);	Berdasarkan program dari Arduino untuk adafruit mosquito dan pengiriman sinyal dari mosquito ke esp sebesar 5 detik dan memiliki rentang delay sebesar 2-5 detik	Sesuai. Akan tetapi jika jaringan kurang stabil dan server menjadi down maka didalam pengiriman data mungkin akan sedikit terlambat ataupun kurang sesuai

4.14. Sensor PZEM 004Tv3.0

Penggunaan sensor PZEM 004Tv3.0 sebagai alat pengukuran, dimana meliputi: Pembacaan tegangan, pembacaan arus serta pembacaan daya dari keseluruhan pemakaian beban dari hasil energi terbarukan yang sudah di inverter dalam bentuk AC dan digunakan untuk pembebanan. Proses kalibrasi pada sensor PZEM 004Tv3.0 seperti pada Tabel 21. Kalibrasi Sensor PZEM 004TV3.0:.

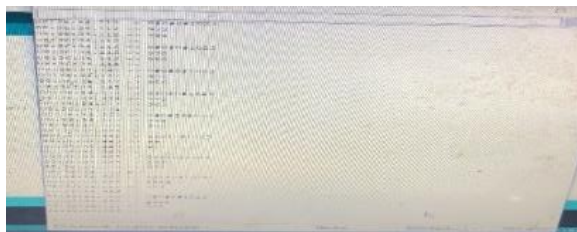
Tabel 12. The Calibration of Sensor PZEM 004TV3.0

PZEM 004Tv3.0			Tang Ampere Digital		
Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
207	1.2	30,0	210	1.16	35,6

Measurin g the Tang Ampere: $223.7 \text{ V} \times 0.16 \text{ A} = 35,7 \text{ Watt}$

4.15. Sensor of voltage module DC and sensor current DC

Penggunaan modul sensor sebagai alat pengukuran arus dan daya pada keluaran hasil energi terbarukan berbentuk Dc. Namun sensor tersebut harus dilakukan kalibrasi sebelum digunakan dan juga perlu diketahui bahwa keluaran nilai arus pada sensor tersebut dalam satuan A, dan tegangan V. Maka dari itu perlu dilakukan kalibrasi agar nilai sensor sesuai dalam satuan A (Ampere), dan volt (V), nilai arus yang muncul pada serial monitor. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 22 berikut.



Gambar 11. On ZMCT103C Sensor Module

4.16. Pengujian relay

Pengujian relay dilakukan sesuai modul pengguna, menggunakan relay sebagai mosquitto. Pengujian relay meliputi input signal, kondisi relay dan kondisi lampu pada output relay. Hasil pengujian dari relay dapat dilihat pada

Tabel 12. Pegujian Relay

No.	Input Signal Relay	Kondisi Relay	Kondisi Lampu	Error (%)
1.	HIGH	ON	Nyala	0
2.	HIGH	ON	Nyala	0
3.	LOW	OFF	Mati	0
4.	LOW	OFF	Mati	0
Rerata Error (%)				0%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan energi mikrohidro dan picohidro dapat digunakan sebagai salah satu alternatif energi baru terbarukan untuk mengatasi permasalahan konsumsi listrik yang besar serta penyediaan energi listrik yang belum merata terutama di daerah pedesaan. Penggunaan mikrohidro ini sesuai dengan kondisi lingkungan di Indonesia yang mempunyai banyak bukit dan sungai. Kondisi geografis seperti inilah yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan PLTMH dan Picohidro. Daya yang dihasilkan oleh PLTMH dan Picohidro berkisar antara <10 KW. Walaupun daya tersebut tergolong kecil untuk suatu pembangkit, akan tetapi hal ini sangat membantu masyarakat terutama yang berada di daerah terpencil yang belum mendapatkan listrik dari PLN. Pertimbangan mengapa PLN belum dapat memberikan listrik pada daerah-daerah pedesaan mungkin dikarenakan faktor ekonomis, teknis dan lain-lain. Prinsip kerja PLTMH adalah memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah air yang jatuh (debit) perdetik yang ada pada saluran air yang dikondisikan dengan pipa. Air tersebut selanjutnya menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator. Generator inilah yang akan menghasilkan listrik. Daya yang dihasilkan oleh suatu PLTMH tergantung dari spesifikasi generator yang digunakan. Semakin besar generator yang digunakan maka akan semakin besar pula daya yang dihasilkan.

Sebaiknya sebelum membuat suatu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, kita perlu mengetahui terlebih dahulu berapa debit air yang mengalir. Sehingga dapat mengetahui seberapa besar potensi dari aliran air tersebut. Kemudian menentukan jenis dan spesifikasi dari generatornya. Besar debit air dan kemampuan dari generator harus seimbang agar didapatkan tingkat efisiensi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. C. Ertas, A., & Jones, *Electrical and Computer Engineering Design Handbook*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Blueprint Pengelolaan Energi Nasional Tahun 2006-2025," *Kementerian. Energi dan Sumber Daya Miner.*, pp. 1–78, 2006.
- [3] J. Setyono, F. Hari Mardiansjah, M. Febrina Kusumo Astuti, J. S. ProfHSoedarto, K. Tembalang, and K. Semarang Jurnal Riptek, "Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang," *J. Riptek*, vol. 13, no. 2, pp. 177–186, 2019, [Online]. Available: <http://ripteck.semarangkota.go.id>
- [4] N. Research, "Book Chapter Qualitative research design.pdf," pp. 171–184, 2004.
- [5] N. Y.S.H and S. Kudeng, *PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro)*, 1st ed. yogyakarta: Andi, 2015.
- [6] C. E. Brown, *Hydroelectric Power*. 2011.
- [7] N. Balakrishnan, "+ + + + R(I)R(N + + + +," *Handb. Logist. Distrib.*, vol. 2045, pp. 47–48,

- 2021, doi: 10.1201/9781482277098-12.
- [8] S. L. Keoh, S. S. Kumar, and H. Tschofenig, "Securing the internet of things: A standardization perspective," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 3, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2323395.
- [9] H. Y. S. H. Nugroho, *No Title*. 2015. [Online]. Available: <http://digilib.ub.ac.id/opac/detail-opac?id=67731>
- [10] Alifi Yunar, "Perencanaan Low Head Mikro Hidro Di Dusun Iv Desa Walatana Kec. Dolo Selatan Kabupaten Sigi," *Media Litbang Sulteng* 2, vol. 2, no. 2, pp. 137–145, 2009.
- [11] A. Taufiqurrahman and J. Windarta, "Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 3, pp. 124–132, 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.10036.
- [12] Y. Herdiana and A. Triatna, "Prototype Monitoring Ketinggian Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Blynk Dan Nodemcu Esp8266 Pada Tangki," *J. Inform.*, vol. 07, pp. 1–11, 2020.
- [13] "AC", doi: 10.32493/epic.v5i2.24967.