

MENGATASI KRISIS ENERGI DENGAN MEMANFAATKAN ALIRAN PANGKUNG SEBAGAI SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF

Lie Jasa

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 80361
Email: liejasa@unud.ac.id

Abstrak

Potensi alam yang ada memang sangat memungkinkan bisa dimanfaatkan sebagai salah satu usaha untuk mengatasi masalah kemiskinan. Dengan memanfaatkan energi terbarukan, sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Keterbatasan sumber energi dari minyak bumi membuat usaha untuk mencari sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan murah. Ekonomi masyarakat pedesaan selama ini merupakan masalah pemerintah yang tidak kunjung selesai, karena kemiskinan dan pendapatan perkapita masyarakat yang rendah dan derajat pendidikan yang relatif rendah menambah semakin sulitnya masyarakat pedesaan untuk maju dan berkembang disamping akses jalan yang menjadi masalah.

Dengan memanfaatkan aliran air yang mengalir pada sungai kecil / Pangkung sebagai pembangkit tenaga listrik akan sangat membantu masyarakat setempat dalam mendapatkan Listrik secara swadaya. Dengan metode Vertex dengan sumbu axial, sangat memungkinkan mengingat potensi alam yang sangat mendukung. Energi listrik yang bersumber dari Air merupakan sumber energi yang murah, dapat dimanfaatkan untuk penerangan rumah tangga masyarakat di malam hari khususnya di Dusun Gambuk, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan Bali yang selama ini memanfaatkan minyak tanah dengan harga yang relatif mahal.

Dengan memanfaatkan potensi lingkungan yang ada berupa aliran kali (pangkung) sebagai pembangkit listrik sederhana dengan kapasitas kecil. Lebih diutamakan disaat musim penghujan, air kali (pangkung) yang mengalir terbuang percuma, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Tersedianya listrik secara swadaya dan murah, akan sangat membantu meringankan beban masyarakat ditengah-tengah kemiskinan yang tidak kunjung usai dalam masa-masa sulit seperti

Kata Kunci : Energi terbarukan, Listrik swadaya, aliran pangkung

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Masyarakat pedesaan selama ini memang masih sangat tertinggal dalam hal pemanfaatan energi listrik rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan minimal khususnya untuk penerangan di malam hari. Sumber daya alam yang tersedia memang belum dimanfaatkan secara maksimal, akibat keterbatasan pengetahuan, dana dan perhatian pemerintah akan kesejahteraan masyarakat pedesaan yang jauh dan terpencil khususnya seperti di Dusun Gambuk, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan Bali. Selama ini masyarakat yang notabene adalah petani penggarap untuk perkebunan seperti kopi, coklat, cengkeh yang nilai jualnya tidak tetap sesuai dengan perkembangan harga pasar. Semua ini membuat kesejahteraan petani menjadi urutan yang paling akhir. Untuk kebutuhan energi rumah tangga selama ini mengandalkan minyak tanah untuk penerangan dan kayu bakar untuk memasak. Dusun gambuk dengan penduduk yang tinggalnya saling berjauhan antara satu rumah dengan rumah yang lainnya dan dengan kondisi rumah sederhana memang bukan menjadi tempat tinggal yang permanen selamanya. Masyarakat akan tinggal menggarap hasil kebun kira-kira 6-8 bulan dilokasi, selain itu tinggal di dusun

yang lebih mudah akses ke jalan raya yang lebih besar seperti dusun Padangan, Batungsel, Pajahan dan Pupuan.

Dengan lokasi yang sangat strategis dan memanfaatkan sumber energi yang murah dan diharapkan bisa membantu masyarakat petani di Dusun gambuk dapat memenuhi sumber energi terutama untuk penerangan di malam hari.

1.2. Tujuan Khusus.

Sebagai tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu mengadakan sumber energi listrik dalam skala kecil dengan memanfaatkan aliran air kali / pangkung sebagai penggerak turbin pemutar generator. Dengan adanya sumber energi listrik yang murah dapat membantu masyarakat dusun gambuk berswasembada dalam energi listrik dalam kapasitas kecil.

1.3. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Penelitian ini merupakan sebagai usaha untuk mengatasi krisis listrik yang terjadi dewasa ini, ditengah-tengah keterbatasan masyarakat pedesaan yang bergulat dengan kemiskinan akibat terbatasnya kemampuan yang dimiliki. Energi listrik yang didapat dari potensi alam yang ada, sebagai wujud peran serta kalangan akademisi membantu usaha-

usaha pemerintah menciptakan pemerataan kesejahteraan masyarakat dengan yang masih ada pada garis kemiskinan.

2. STUDI PUSTAKA

Mikrohidro memanfaatkan energi dari air yang mengalir dari suatu tempat yang lebih tinggi ketempat yang lebih rendah, dengan memakai energi tersebut dikonversikan oleh turbin menjadi energi putar yang digunakan untuk memutar generator dalam kapasitas tertentu sesuai dengan debit air yang mengalir.

2.1 Teknologi

Beberapa teknologi yang sudah banyak digunakan dalam merubah energi Air menjadi energi putar diantaranya :

Turbin Propeller Turbular, yang mana adalah salah satu jenis turbin dengan poros horisontal. Turbin ini digunakan untuk aplikasi head rendah yaitu untuk head terjun 2 meter sampai 15 meter. Turbin ini sesuai untuk sungai dengan debit besar yang kontinyu sepanjang tahun. Sungai yang melintasi daerah dengan kemiringan 4 meter perseratus meter atau sungai dengan tebing lebih tinggi dari 8 meter sangat baik untuk turbin turbular. [1.]

Turbin Propeller axial, yang mana salah satu jenis turbin dengan poros vertikal. Turbin ini digunakan untuk aplikasi head rendah yaitu untuk head terjun 2 meter sampai 70 meter. Turbin ini sesuai untuk sungai dengan debit besar dan kontinyu sepanjang tahun [1]

Turbin Francis, adalah turbin yang paling banyak digunakan di PLN hal ini terjadi karena PLN selama ini banyak menggunakan PLTA dengan head sedang yaitu head antara 20 meter sampai 300 meter yang merupakan daerah operasi turbin Francis. [1.]

Turbin Pelton, turbin jenis ini tidak banyak digunakan oleh PLN dimana turbin ini mempunyai daerah operasi antara 80 meter sampai 800 meter dengan debit kecil. [1. Mukmin W. Atmopawiro]

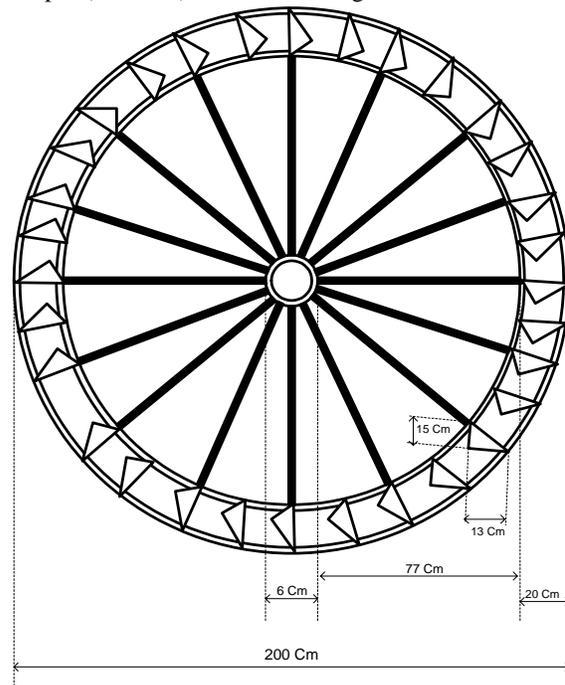
2.2. Energi Air

Pembangkit listrik tenaga air, merupakan sumber energi yang paling murah, karena merupakan transformasi energi dari energi kinetis berupa pergerakan aliran air menjadi energi listrik dengan memanfaatkan generator yang diputar dengan kincir / turbin air. Untuk memutar kincir / turbin air, diperlukan air dalam jumlah yang konstan sehingga putaran kincir yang memutar generator juga konstan. Semakin besar jumlah air yang memutar kincir maka semakin kuat energi kinetis yang dihasilkan, tentunya semakin besar energi yang kita dapatkan. Memang dengan kondisi kali yang airnya relatif kecil, kita tidak mendapatkan energi yang stabil sepanjang waktu, namun kita sesuaikan dengan kondisi dilapangan

yang kita perlukan dalam beberapa jam untuk penerangan dimalam hari, diluar itu air bisa kita stok dalam bentuk bendungan kecil sesuai dengan kontur kali / pangkung yang ada, dengan memanfaatkan level air terjun, bisa menghasilkan energi yang lebih tinggi walau dengan volume air yang tidak begitu besar / terbatas. Dalam penerlitan ini yang diperlukan untuk ujicoba adalah : (1). Kincir air (2). Pipa Saluran Air (3). Puli-puli (4). Generator (5) Saluran Transmisi sederhana.

2.2.1. Kincir air

Bagian ini digunakan untuk merubah energi air yang mengalir menjadi energi kinetis dalam bentuk energi putaran, semakin besar air yang memutar kincir ini semakin besar momen energi putar yang didapat. Tentunya disamping volume air juga tekanan air yang jatuh mempercepat putaran kincir sehingga momen putaran akan makin besar, diharafkan mampu memutar puli-puli yang dihubungkan dengan tali kipas (vent belt) untuk memutar generator.



Gambar 1. Kincir air

Kincir air overshot bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air overshot adalah kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain

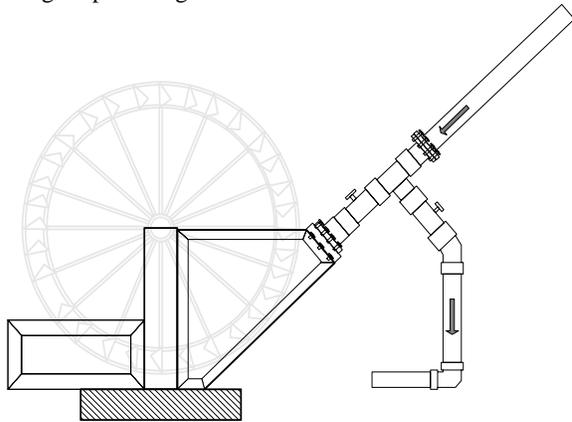
2.2.2. Pipa saluran air

Dikarenakan lokasi kali / pangkung yang merupakan kondisi alamiah dalam memanfaatkan air terjun tidak bisa maksimal, akibat air yang terjun disela-sela batu dan tebing tidak bisa kita manfaatkan

maksimal, untuk itu harus digunakan pipa saluran air yang ujungnya diarahkan tepat diatas turbin air. Makin besar pipa yang digunakan, volume air akan makin besar dan kecuraman dari permukaan akan menambah daya dorong air yang lewat ditengah pipa. Dengan memanfaatkan pipa saluran air ini akan memudahkan menempatkan posisi kincir air dilokasi yang diinginkan dari segi keamanan disaat air kali / pangkung yang besar / banjir yang membawa potongan pohon-pohon yang tumbang, yang dapat merusak kincir.

2.2.3. Puli-puli

Perputaran kincir yang lambat namun memiliki momen puntir yang besar maka untuk mendapatkan putaran sesuai dengan rpm yang diminta oleh generator, mau tidak mau harus menggunakan sistem puli-puli atau roda gigi yang mengalikan putaran dari kincir air menjadi putaran yang sesuai dengan yang rpm generator. Namun dalam memilih puli-puli ini harus dihitung pula kekuatan putaran air dari kincir dengan rpm dari generator saat dibebani.



Gambar 2. Ilustrasi pemanfaatan tenaga Air sebagai pembangkit

2.2.4. Generator

Digunakan sebagai alat yang merubah energi putar mekanis menjadi energi listrik melalui adanya medan magit yang diputar melalui rotor dan akan menimbulkan medan magnit yang timbul disisi stator. Medan magnet yang terjadi distator dengan pola-pola tertentu akan menimbulkan arus listrik yang mengalir dikumparan stator yang dialirkan melalui saluran transmisi sebagai arus listrik. Semakin besar generator semakin besar energi listrik yang didapat dan semakin besar energi kinetis yang diperlukan untuk memutarnya. Beban yang terpasang merupakan beban listrik yang digunakan sebagai media penerangan.

2.2.5. Saluran Transmisi sederhana

Mengingat lokasi pembangkit yang ada didasar kali /pangkung, sedangkan rumah tinggal yang tempatnya berjauhan maka diperlukan saluran

transmisi untuk membawa energi listrik yang dihasilkan oleh generator ke rumah dengan kabel. Semakin jauh kabel yang dibentangkan maka tegangan yang didapat akan semakin berkurang hal ini disebabkan oleh rugi-rugi yang ditimbulkan dari saluran transmisi. Mengingat ini merupakan pembangkit sederhana jarak antara pembangkit dengan rumah penduduk tidak lebih dari 300 meter. Maka dalam penelitian ini, energi yang disalurkan kedalam saluran transmisi adalah tegan rendah yaitu 220 V AC. Dalam hal ini tidak menggunakan transformator step up untuk mengurangi rugi-rugi yang terjadi disaluran transmisi.

2.3. Potensi Alam yang ada.

Potensi alam yang ada di Dusun Gambuk, Pupuan Kabupaten Tabanan yang mana sebagai sumber alam yang bisa digali sebagai sumber listrik yang murah dan ramah lingkungan. Potensi alam yang ada bisa digunakan sebagai usaha nyata untuk membantu masyarakat yang ekonominya sangat lemah. Ditengah badai krisis yang terjadi sampai saat ini akibat kenaikan harga bahan bakar minyak, krisis global yang melanda dunia saat ini.



Gambar 3. Potensi Sumber Air kali.



Gambar 4. Air Terjun yang memiliki energi kinetis.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian awal yang sudah dilakukan adalah survey yang dilakukan pada awal bulan pebruari 2010 didaerah lain yang memiliki potensi PLTA. Pembangunan mikro hidro yang ada di kawasan **Green School**, Petang Kabupaten badung. Dengan sumber data yang ada dilapangan memungkinkan untuk membuat perencanaan yang mengikuti pola yang sudah ada.

3.1. Sistematika Penelitian.

Sedangkan penelitian yang akan dilakukan, mengikuti pola yang digambarkan dalam diagram alir berikut ini :

Sistematika penelitian ini direncanakan untuk dapat dilakukan secara bertahap dengan sistematika sebagai berikut :

1. Survey lapangan,
2. Dilanjutkan dengan analisa kelayakan
3. Diteruskan dengan rancangan disain
4. Dilakukan analisa perhitungan secara teoritis dengan memanfaatkan data-data lapangan sebagai parameter.
5. Implementasi berdasarkan rancangan yang sudah dianalisis secara teoritis.
6. Setelah itu baru tahapan uji coba.
7. Dilakukan audit data yang didapat dari hasil ujicoba.
8. Dilakukan perbaikan desain sebagai tahapan penyempurnaan dari desain yang sebelumnya.
9. Penulisan Laporan
10. Desiminasi hasil Penelitian

Semua tahapan itu dituliskan dalam bentuk laporan dan diintisarikan menjadi sebuah artikel ilmiah yang dimuat di jurnal ilmiah nasional. Tentu saja sistematika ini memerlukan tahapan yang terkadang bisa saja dilapangan akan berjalan paralel yang menjadikan penelitian dapat dilakukan menjadi lebih cepat dari yang direncanakan atau sebaliknya bisa saja alokasi waktu yang direncanakan pada setiap tahapan memerlukan waktu yang lebih lama karena menjumpai kendala atau hambatan yang ada.

3.2. Penerapan Hasil Penelitian.

Karena penelitian ini bersifat terapan maka begitu penelitian ini selesai sesuai dengan sistematika yang dituliskan diatas akan dapat secara langsung dinikmati oleh Masyarakat Dusun Gambuk, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan Bali, berupa penyediaan tenaga listrik tenaga listrik untuk penerangan di malam hari dalam kapasitas yang minimal dalam artian tergantung dengan kapasitas air kali (pangkung) terutama dimusim kemarau karena debit air akan menurun, maka di hulu perlu dilakukan dengan membendung aliran kali (pangkung) sebagai upaya melakukan stok air untuk digunakan memutar

kincir di malam hari. Bila debit air cukup memungkinkan untuk dimusim hujan maka akan bisa kincir bisa dioperasikan sepanjang hari.

3.3. Kebaruan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

Penelitian ini kalau dilihat dari ilmu yang akan diimplementasikan merupakan hal yang baru bagi masyarakat yang dapat memanfaatkan energi listrik yang dihasilkan dari aliran air kali yang memang memungkinkan untuk memutar kincir terutama dimusim penghujan. Dengan ketersediaan energi listrik untuk penerangan di malam hari akan menciptakan kesempatan masyarakat di Dusun Gambuk, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan Bali dapat menikmati energi listrik. Energi terbarukan yang ada secara tidak langsung mendukung program pemerintah untuk mengurangi masyarakat miskin di pedesaan yang terpencil dan akses yang sulit dari lalu lintas transportasi dan komunikasi. Dengan adanya penelitian ini masyarakat secara nyata terbantu walau dengan jumlah yang masih terbatas, namun dengan implementasi penelitian ini diharapkan bisa menjadi acuan dari pemerintah daerah kabupaten Tabanan untuk meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam yang selama ini belum tergalai secara baik.

3.4. Luaran Kegiatan :

Luaran kegiatan yang diharapkan dari penelitian ini adalah

1. Adanya pembangkit listrik tenaga air sederhana yang dapat dimanfaatkan masyarakat Dusun Gambuk, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan Bali sebagai media penerangan di malam hari dengan memanfaatkan sumber daya alam berupa aliran kali (pangkung) yang digunakan memutar kincir air.
2. Hasil penelitian yang dituliskan dalam bentuk artikel ilmiah yang dituliskan dalam jurnal ilmiah nasional / jurnal ilmiah nasional yang terakreditasi

Hasil penelitian ini bisa ditulis menjadi buku ajar sebagai media pembelajaran di kampus khususnya di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana

4. HASIL PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini penulis membagi dalam beberapa tahapan pekerjaan penelitian sesuai dengan alokasi waktu yang ada. Dimulai dari Survey secara detail setelah proposal penelitian yang diajukan penulis dinyatakan layak untuk didanai. Setelah survey penulis mengadakan kajian terhadap turbin yang mungkin dikembangkan dilokasi yang ada, dengan pertimbangan yang sangat mendetail adalah :

- (1). Potensi air yang ada dibuat sekecil mungkin, dengan harapan kincir bisa berputar sepanjang

- tahun minimal 8 bulan saat musin penghujan, atau musim-musim yang curah hujannya sangat tinggi.
- (2). Desain pembangkit PLTA (Pusat Listrik Tenaga Air) kapasitas kecil yang bisa dengan sistem bisa dibuka pasang (knock down) melihat dari pekerjaan pembangunan menara atau tower di banyak lokasi yang medannya juga cenderung sulit dijangkau dengan kendaraan.
 - (3). Melihat jumlah KK yang ada kurang lebih 15 KK dengan jarak yang berjauhan dan rumah yang satu dengan yang lain cenderung terpisah, maka penulis ingin mendapatkan tiap KK adalah lampu pijar minimal 2×10 Watt. Sehingga dengan 15 KK yang ada, keperluan untuk penerangan sudah cukup minimal adalah 15 KK X 20 Watt sebesar 300 Watt. Melihat potensi air yang ada dilokasi maka penulis menghitung potensi yang ada bisa didapat kurang lebih 2000 Watt.
 - (4). Ukuran kincir dibuat minimal, untuk memudahkan proses instalasi dilapangan karena sarana transportasi sangat sulit dan hanya mungkin dicapai dengan kendaraan yang dilengkapi dengan fasilitas 4 X 4. Sehingga rancangan pembangkit PLTA (Pusat Listrik Tenaga Air) menjadi sangat kecil namun memadai dan bermanfaat.
 - (5). Mengingat alokasi waktu yang sangat terbatas, maka yang diprioritaskan adalah hanya pembangunan perangkat pembangkit PLTA (Pusat Listrik Tenaga Air) kapasitas kecil yang lebih diutamakan, sedangkan saran pendukung lainnya seperti saluran air, bendungan, panel pembuka dan penutup saluran air bukan menjadi prioritas ditahun yang pertama ini. Semoga pengembangan hal ini bisa dilanjutkan ditahun yang ke-2.

4.1 Desain turbin dan perlengkapannya.

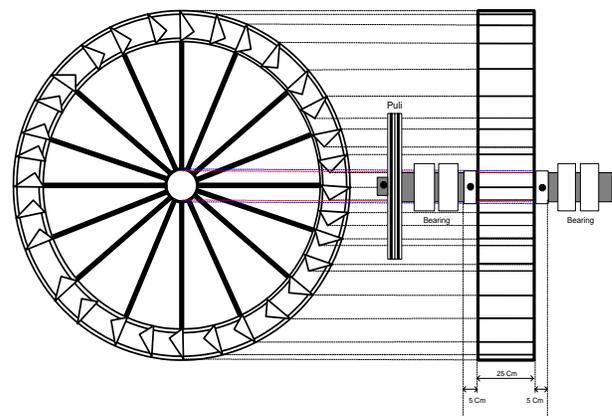
4.1.1. Pipa pesat

Pipa pesat digunakan untuk mengalirkan air dari sisi hulu ke sisi kincir yang ada dititik yang sudah ditentukan dengan beda ketinggian kurang lebih 15 m. Desain pipa pesat menggunakan Pipa 4 inci terbuat dari bahan paralon dengan merk "wavin" tipe AW, dengan ketinggian level 15 meter sudah mampu menahan tekanan air ke pipa pesat saat mengalir dari bak penampungan ke cerobong kincir air. Setelah dilakukan ujicoba dengan satu buah pipa kita mendapatkan rpm kincir yang tidak stabil antara 15 – 22 rpm, setelah ditambah lagi satu pipa menjadi 2 pipa, rpm kincir relatif stabil antara 19 – 25 rpm. Sehingga sekaligus sebagai penyempurnaan dari desain awal.

4.1.2. Rancangan Kincir.

Kincir yang dibuat menggunakan bahan besi dengan diameter kurang lebih 2 Meter terbuat dari bahan besi dan jari-jari dari besi beton dengan diameter 22 inch. Rancangan kincir air, dengan titik

dorongan ada disini kanan bawah, dengan harapan bahwa air yang mengalir melalui pipa pesat dapat mendorong dengan kecepatan maksimal dan sekaligus mengisi mangkok air secara merata di kwadran ke-4 yang ada kurang lebih ada 6 mangkok yang terisi air masing-masing 2,5 liter sehingga kicir terbebani berat air kurang lebih 15 liter air. Setelah diadakan ujicoba, maka dengan penambahan pipa disisi atas atau di kwadran 1, maka gerakan kincir lebih stabil dan momoen yang dihasilkan lebih kuat, sehingga rpm yang didapat stabil dalam posisi 20 – 25 putaran permenit. Ini menunjukkan bahwa hampir setengah dari mangkok kincir terisi air dan menjadikannya kincir berputar dengan baik dan stabil.



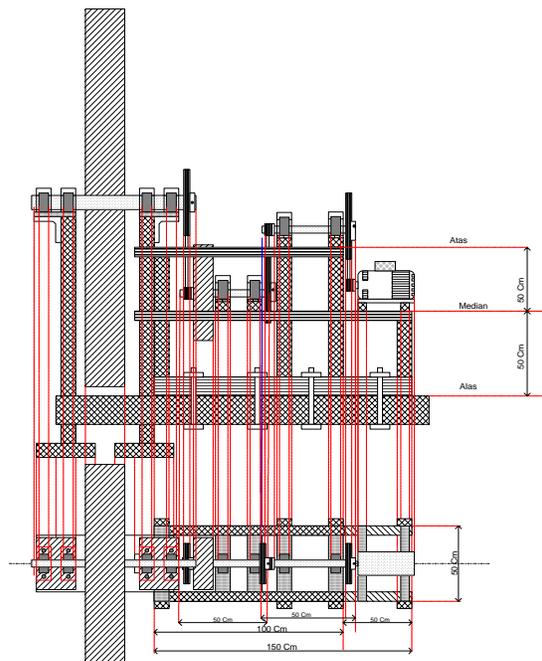
Gambar 5. Gambar Posisi kincir tampak depan dan samping

Dalam rancangan menggunakan fillow untuk mengurangi adanya gesekan as turbin dengan penyangga, sehingga digunakan fillow / alas bantalan masing-masing 2 buah disetiap sisi. As turbin dibuat khusus untuk dengan posisi yang lurus dan sangat mudah berputar karena posisinya yang lurus dan tidak banyak mengalami gesekan yang dapat menghambat putaran kincir nantinya. Kincir dibuat dengan besi plat dengan ketebal 3 mm, membuat kincir menjadi kokoh dan kurat, disamping menjadikan lebih berat dan stabil sesuai dengan berat air yang ada seimbang dengan berat kincir penyangga. Penyangga fillow dibuat dari besi plat dengan ketebalan 15 mm, ditopang dengan baut baja dengan ukuran 22 mm, menjadikan posisi fillow rata antara sisi kiri dan sisi kanan, sehingga kincir dapat berputar dalam posisi yang normal dan stabil.

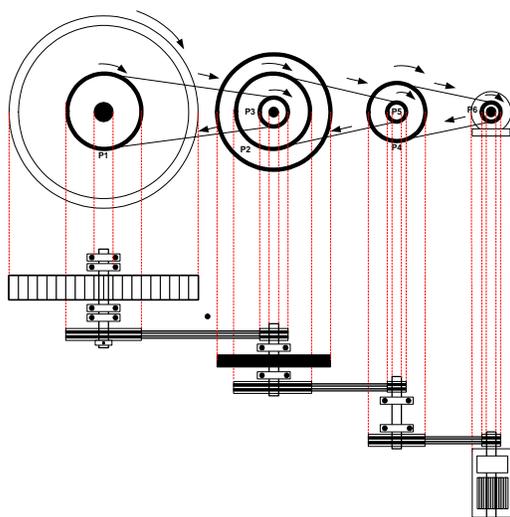
4.1.3. Dudukan Kincir

Karena dalam implementasinya kincir ini selalu dalam kondisi basah dan banyak air, maka desain konstruksinya harus kokoh dan kuat untuk menyangga dan tahan terhadap getaran dalam waktu yang lama dan ada pada kedudukan yang tetap. Sehingga dipilihlah bahan-bahan yang kuat yang mampu menahan beban yang sangat berat dan bisa berputar dengan normal.

Pertimbangan lain, mengapa besi penyangga bantalan fillow peneliti membuat dari besi kanal U ukuran 12 Cm, dengan posisi berdiri, sehingga untuk menjamin kekuatan dan ketahanan menyangga kincir saat berputar dan kuat berdiri diatas cakar ayam beton yang disusun dalam kedalaman 1 meter dari permukaan kincir paling bawah, sehingga sangat yakin konstruksi pondasi kincir benar-benar kuat dan tahan terhadap getaran, dan rembesan air serta memudahkan pekerjaan dilapangan dan siap dipasang dalam waktu yang tidak begitu lama, mengingat kondisi dan lokasi yang sangat sulit dan menjadi gangguan yang tidak diantisipasi selama ini.



Gambar 6. Desain dukungan kincir dan penyangga.



Gambar 7. Desain perkalian pulli dan tali kipas

4.1.4. Realisasi mekanik

Dalam melakukan perancangan penelitian ini, peneliti setelah mengadakan survey lokasi di awal bulan agustus 2010, dari lokasi yang ada hanya bisa melihat posisi air terjun, level ketinggian air (head), titik lokasi yang akan ditempatkan kincir nantinya. Melihat posisi medan yang sangat sulit di jangkau, mengingat aliran air yang masih harus dikembangkan lagi sebagai data yang lebih mendetail. Setelah melakukan pembersihan lahan, peneliti melakukan pengukuran dengan tali ukur posisi titik jatuh air perencanaan dan lokasi yang memungkinkan untuk menempatkan posisi kincir nantinya.

Selanjutnya dilakukan perataan lahan yang memakan waktu cukup laka, karena tanahnya adalah secedir batu cadar, bercampur tanah yang saat hujan becek dan licin saat kering mengeras dan pecah-pecah. Hal ini menjadi titik kesulitan lokasi yang sangat jauh dari jalan umum dan kesulitan membawa komponen kerja, dan komponen kincir yang mesti dirancang dengan sistem bisa dilepas-lepas (knock down), hal ini semata-mata untuk memudahkan membawa kelokasi, terutama rangka penyangga, sedangkan roda kincil dibuat utur, karena memang tidak bisa di buat knock down.

Setelah dilakukan survey lokasi, baru dibuat desing kincir yang sengaja dibatasi dengan Pipa diameter 4 Inch, dengan harapan air yang mengalir pada pangkung tersebut bisa berlangsung sepanjang tahun, terutama saat musim kemarau. Sedangkan pada saat musim hujan, air malah berlebih. Setelah design kincir jadi, mencari bengkel konstruksi yang memungkinkan ataupun pernah menangani pekerjaan pembuatan kincir air. Akhirnya ketemu dengan PT. Mitra Jaya yang berlokasi di jalan gatot subroto timur Denpasar. Lalu proses pembuatan kincir kurang lebih 1 bulan, peneliti memberikan gambar rancangan dan setiap 1 minggu sekali ke lokasi bengkel sambil melihat proses konstruksi. Ditambah dengan konsultasi dengan mekanik yang menangani seandainya gambar yang dimaksud tidak jelas, atau kurang sesuai. Selanjutnya dilakukan pembelian fillow posisi kincir, pemesanan As, dan survey pulli-pulli yang memungkinkan untuk bisa digunakan. Karena untuk di wilayah kota denpasar toko-toko yang menyediakan sarana ini memang terbatas, mengharuskan peneliti untuk mecari di kota Surabaya, untuk membeli sebuah pulli dengan ukuran 16 inch.

Pemesanan As roda gila dan As roda pulli yang ada, memakan waktu kurang lebih 10 hari, dengan hasil yang kurang memuaskan, mengharuskan lagi penelitian mengadakan rework untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Akhirnya awal September proses perakitan mesin kincir sudah bisa dimulai di Bengkel Sinas Mas Motor yang berlokasi di Dusun Pempatan Pupuan Tabahan. Proses konstruksi ini memakan waktu kurang lebih 1 Bulan, untuk melengkapi sarana dan penyempurnaan proses serta

lebih ditekankan adalah memudahkan membawa kelokasi nantinya saat proses instalasi



Gambar 8. Turbin sudah berbentuk dengan diameter 2 meter

Pekerjaan dilakukan dengan pengecekan, stell tensioner, tali kipas disamping dengan adanya penyempurnaan design dan mengikuti lokasi yang ada dan tetap men jadi perhitungan adalah membawa ke titik lokasi. Setelah kincir berbentuk, dan dilakukan ujicoba denga mesin diesel memungkinkan generator yang digandeng dengan rodagila dan kincir dapat berrputar dengan baik. Langkah selanjutnya adalah membuat pondasi di lokasi kincir nantinya dengan rancangan dan design yang sesuai dengan posisi pipa pesat dan tidak terlalu dekat dengan posisi air terjun.

Pembuatan pondasi kincir dengan menggunakan Besi U ukuran 10 mm dan 12 mm dengan pertimbangan untuk memudahkan membawa kelokasi saat proses perakitan, kalau menggunakan bahan dari beton maka seting pillow dan As turbin akan kesulitan mendapatkan posisi yang lurus dan posisi pulli yang pasangkan setelah melalui proses ujicoba di bengkel tempat merakit. Hal ini juga menjadikan proses ujicoba ditempat menjadi lebih memudahkan sebelum semua komponen dibawa kelokasi penelitian.

Saat ujicoba dilakukan dengan beban Lampu pijar masing-masing 100 Watt, 75 Watt, 60 Watt, 40 Watt, 15 Watt dan 5 Watt. Dengan teganan awal 220 Volt, saat dibebani sebesar 400 Watt tengan drop menjadi 195 V. Sedangkan kalau dibebani pompa air drop tegangan mencapai 175 V, hal ini dikarenakan pengatuan volume air yang masuk ke kincir belum diatur secara otomatis saat tegangan mengalami perubahan dengan metode pengaturan secara close loop.



Gambar 9. Pembuatan konsktruksi Roda gila di Bengkel Sinar Mas Pempatan



Gambar 10. Pondasi Kincir



Gambar 11. Panel Kontrol



Gambar 12. Pipa pesat yang melewati air sudah memutar kincir



Gambar 15. Lampu saat ujicoba



Gambar 13. Bendungan sementara saat ujicoba



Gambar 14. Panel Induk yang ada di salah satu rumah penduduk

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan tahapan penelitian mulai dari kegiatan survey, perencanaan awal, desain konstruksi dan pembuatan turbin di bengkel konstruksi memasang dilokasi dan ujicoba dilapangan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan pipa pesat ukuran 4 inch dengan ketinggian 15 meter mampu memutar kincir dengan kecepatan 20-25 Rpm dengan beban generator 900 VA.
2. Saluran air yang sebagai input dipipa pesat harus mampu menampung air yang cukup, saat air mulai dialirkan melalui pipa minimal 4 kali volume air yang mengalir dalam pipa untuk mendapatkan aliran air yang stabil, sehingga putaran kincir normal.
3. Dengan putaran kincir rata-rata 20 Rpm sudah mampu menghasilkan putaran di pulli generator kurang lebih 1300 Rpm dari 1500 Rpm yang normalnya untuk mendapatkan tegan 220 V.
4. Turbin yang penuh dengan air menjadikan kendala dengan tali kipas yang basah maka timbul slip, sehingga rugi-rugi terjadi pada tali kipas, menjadikan putaran pada pulli generator tidak normal pada 1500 Rpm.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mukmin, W. Atmopawiro, Dr. Ir. *Invetasi Pembangkit Listrik Tenaga Air PLTA Skala Kecil, Miini dan Mikro Hidro* Institut Teknologi Bandung, PT. Ganesha ITB.
- [2]. Indyah Nurdyastuti, *Analisis Potensi Sumber Daya Energi*, Perencanaan Energi Provinsi Gorontalo 2000 – 2015
- [3]. Perumusan Hasil Diskusi Interaktif Dalam Rangka Ulang Tahun Ke – 9 Masyarakat Energi Terbarukan (METI) Tema: ”Peranan Energi

Terbarukan Untuk Pembangkit Energi Listrik Dan Transportasi” Hotel Bumikarsa, Jakarta - 19 Mei 2008

- [4]. Agus Sugiyono, **Penanggulangan Pemanasan Global Di Sektor Pengguna Energi**, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada “**Pengembangan Energi Terbarukan Studi Kasus Di Yogyakarta**” Yogyakarta 2006
- [5]. Lie Jasa, Putu Ardana, I Nyoman Setiawan, Laporan Penelitian Strategis Nasional Universitas Udayana Desember 2010 “**Usaha Mengatasi Krisis Energi Dengan Memanfaatkan Aliran Pangkung Sebagai Sumber Pembangkit Listrik Alternatif Bagi Masyarakat Dusun Gambuk –Pupuan-Tabanan**” Universitas Udayana Bali, 2010