

RANCANGAN TURBIN PELTON MIKRO UNTUK PENGGERAK MULA PEMBANGKIT LISTRIK MEMANFAATKAN POTENSI MIKROHIDRO KAWASAN WISATA SEMIRANG DESA GOGIK KABUPATEN SEMARANG

Sahid, Suwarti, Ismin Taukhid Rahyono, Budhi Prasetyo, Teguh Haryono Mulud, Slamet Priyoatmojo, F. Gatot Sumarno, Sunarwo, Yanuar Mahfud S, Dwiana Hendrawati
Jurusan teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang Fax.(024) 7472396
E-mail :sahid.poline@gmail.com

Abstrak

Desa Gogik memiliki kawasan wisata Sumirang, selain keindahan alam pegunungan, lokasi sangat cocok dimanfaatkan untuk bumi perkemahan dan kegiatan outbound. Kendala yang dihadapi untuk mengembangkan kawasan wisata sumirang adalah belum tersedianya sumber Listrik. Sehingga pemanfaatan untuk bumi perkemahan dan outbound belum bisa dilaksanakan. Kendala ini dapat diatasi dengan penerapan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh), karena di lokasi ini terdapat potensi mikrohidro yang dapat dimanfaatkan. Untuk mewujudkan PLTMh ini telah dilakukan identifikasi dan survey potensi di lokasi kawasan wisata sumirang melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat DIPA Polines tahun 2017. Data-data luaran kegiatan pengabdian tahun 2017 akan digunakan sebagai landasan kegiatan pengabdian 2019. Pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan Rancangan Turbin Pelton Mikro sebagai Penggerak Mula Pembangkit listrik memanfaatkan potensi mikrohidro di kawasan wisata Semirang desa Gogik Kabupaten Semarang. Langkah yang akan dilakukan meliputi perancangan spesifikasi Turbin Pelton Mikro berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan, pembuatan komponen-komponen, dan installing di lokasi wisata. Selain itu juga akan dilakukan pelatihan operasi dan pemeliharaan bagi operator. Tahapan akhir adalah Pelaksanaan operasional yang akan didampingi oleh tim pelaksana pengabdian. Pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran kinerja sebagai langkah evaluasi kegiatan. Pengukuran kinerja meliputi kinerja produk teknologi, dengan cara mengukur daya input dan output PLTMh, dan kinerja operator yang meliputi sikap, pengetahuan, dan ketrampilan dalam mengoperasikan PLTMh. Target luaran pengabdian adalah Teknologi Turbin Pelton Mikro terpasang di lokasi. Sistem turbin pelton layak diterapkan di lokasi wisata desa Gogik kabupaten Semarang. Total energi listrik yang dihasilkan 1.236 Vah dan dapat digunakan untuk 3 titik lampu jalan, 1 titik lampu Pos jaga, lampu Toilet, dan Musholla

Kata kunci: Turbin Pelton Mikro, Desa Gogik, Wisata Semirang.

PENDAHULUAN

Secara administratif letak geografis Desa Gogik dibatasi oleh 3 Desa pada sisi Utara berbatasan Desa Nyatnyono, disisi selatan berbatasan dengan Desa Gebugan, sementara disisi timur berbatasan dengan Wilayah Kelurahan Langensari dan Kelurahan Candirejo dan disisi barat PTP Ngobo. Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang memiliki Luas secara keseluruhan sebesar 149,024 Ha terdiri 2 wilayah Dusun. Desa Gogik diuntungkan secara geografis mengingat posisinya yang strategis terletak diantara jalur penghubung segitiga Desa Nyatnyono Kelurahan Candirejo dan Desa Gebugan. Posisi strategis tersebut merupakan kekuatan yang dapat dijadikan sebagai modal pembangunan Desa.

Penduduk Desa Gogik sebanyak 3585 jiwa. Rata-rata laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2013 adalah sebesar 2,18 %. Mata pencaharian utama penduduk dari tahun 2008-2013 didominasi dari sektor industri. Selanjutnya 3 besar berturut-turut yaitu di sektor industri, sektor pertanian, dan peternakan. Desa Gogik memiliki potensi unggulan seperti yang telah dituangkan dalam RPJM-Des 2014-2019, yaitu

- a. Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang memiliki sumberdaya alam yang cukup besar meliputi sumberdaya lahan, air, mineral, panas bumi, dan lain-lain, apabila

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

dikelola dengan baik akan menjadi modal utama dalam pembangunan Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang.

- b. Sektor industri, jasa (pariwisata), peternakan dan pertanian merupakan sektor unggulan Desa Gogik yang banyak menyerap tenaga kerja dan merupakan sumber mata pencaharian masyarakat yang bisa dikembangkan menjadi daya saing Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang.
- c. Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang memiliki kearifan lokal seperti gotong royong dan semangat kejuangan yang apabila dipelihara dan ditingkatkan dapat mendukung pelaksanaan pembangunan di segala sektor.
- d. Kondisi geografis Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang yang sebagian berupa pegunungan dan perbukitan dengan udara sejuk dan panorama alam yang indah dapat menjadi potensi pembangunan pariwisata. oleh terutama di bidang pertanian, peternakan dan Kelompok Usaha. Hal ini tidak terlepas dari posisi geografis Desa Gogik yang mempunyai letak strategis serta anugerah potensi dan kekayaan alam yang tidak dimiliki oleh Desa lain sebagai modal yang harus dikelola dengan seoptimal mungkin.

Salah satu lokasi wisata yang akan dikembangkan adalah kawasan wisata semirang. Pemerintah Desa Gogik telah membentuk Lembaga Masyarakat Desa Hutan Semarang untuk mengelola an mengembangkan kawasan wisata tersebut.

Peta potensi desa Gogik dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Peta potensi Desa Gogik

Beberapa masalah yang dihadapi dalam mengembangkan potensi desa Gogik adalah sebagai berikut:

- a. Rendahnya kemauan dan kemampuan masyarakat untuk berwirausaha sehingga menghambat penciptaan lapangan kerja dan kemandirian perekonomian Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang
- b. Rendahnya Pendapatan Asli Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang dalam membiayai pembangunan Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

menyebabkan ketergantungan pada dana pusat (komposisi Pendapatan Asli Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang sebesar 21,96% sedangkan Dana Perimbangan dan lain-lain sebesar 78,04%).

- c. Kurang optimalnya pengelolaan potensi Desa Gogik Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang yang ditandai dengan rendahnya produktivitas dan kualitas produk pertanian, industri kecil, pemanfaatan obyek wisata serta kurangnya peran jasa pendukung.

Upaya yang dilakukan pemerintah Desa Gogik untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah bekerjasama dengan Politeknik Negeri Semarang dalam penerapan teknologi tepat guna terkait dengan pemanfaatan potensi unggulan di desa Gogik. Salah satunya adalah potensi wisata alam sumirang di desa Gogik.

Mengacu pada upaya pencapaian sasaran pokok kebijakan pembangunan, Pemerintah desa Gogik menerapkan strategi pembangunan desa (RPJM-Des, Strategi ke 2) yaitu “Pengembangan Usaha Ekonomi Produktif Serta Pembangunan, Pemanfaatan Dan Pemeliharaan Sarana Dan Prasarana Ekonomi”. Salah satu program yang diprioritaskan tahun 2019 adalah Penambahan Sarana dan prasarana yang mendukung di bidang ekonomi dan pariwisata yang mendukung pembangunan desa. Desa Gogik memiliki kawasan wisata Sumirang, selain keindahan alam pegunungan, lokasi sangat cocok dimanfaatkan untuk bumi perkemahan dan kegiatan outbound. Kendala yang dihadapi untuk mengembangkan kawasan wisata sumirang adalah belum tersedianya sumber Listrik. Sehingga pemanfaatan untuk bumi perkemahan dan outbound belum bisa dilaksanakan. Kendala ini dapat diatasi dengan penerapan Teknologi Turbin Pelton Mikro sebagai penggerak mula Pembangkit Listrik, karena di lokasi ini terdapat potensi mikrohidro yang dapat dimanfaatkan.

Solusi yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan energy listrik dalam rangka pengembangan kawasan wisata sumirang desa Gogik adalah penerapan teknologi Turbin Pelton Mikro. Turbin air yang akan digunakan adalah Turbin Pelton Mikro yang merupakan hasil Penelitian Terapan Kompetitif (PTK) DIPA Polines dengan judul “Turbin Pelton Mikro untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Pedesaan”, tahun 2016 (Gambar 2). Turbin hasil penelitian ini memiliki konstruksi sederhana yang cocok untuk masyarakat desa dan telah teruji dengan efisiensi system 72,4 %. Untuk mewujudkan Rancangan Turbin Pelton Mikro ini telah dilakukan identifikasi dan survey potensi di lokasi kawasan wisata sumirang melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat DIPA Polines tahun 2017 (Gambar 3) dengan judul “Penerapan Data Logger Potensi Energi Air Desa Gogik Dalam Rangka Mewujudkan Desa Mandiri Energi”. Luaran pengabdian tersebut adalah data topografi dan hidrologi (potensi energy air).

Data-data luaran kegiatan pengabdian tahun 2017 akan digunakan sebagai landasan kegiatan pengabdian DPTM 2018, meliputi perancangan spesifikasi PLTMh, pembuatan komponen-komponen, dan installing di lokasi wisata. Selain itu juga akan dilakukan *Institutional set up* yang meliputi pembentukan lembaga pengelola, pelatihan operasi dan pemeliharaan bagi operator, serta pendampingan produksi.

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**



Gambar 2. Turbin pelton mikro hasil penelitian terapan kompetitif 2016



Gambar 3. Pengukuran potensi air di kawasan wisata desa Gogik bersama masyarakat (2017)

METODE PELAKSANAAN

Tahapan pelaksanaan penerapan produk teknologi dapat diuraikan sebagai berikut:

A. Perencanaan Komponen Turbin Pelton Mikro

Meliputi perencanaan komponen utama **bangunan sipil**, **peralatan mekanikal**, dan **elektrikal**. Bangunan sipil terdiri dari Bangunan reservoir (bak pengendap dan penenang), Pipa pesat, Penyaring, Bangunan pelimpas, Rumah pembangkit, Pondasi turbin (under ground), dan Saluran pembuangan. Reservoir dibuat dari **pasangan batu bata** ukuran lebar 3 m, panjang 6 m, dan tinggi 2 m. Begitu juga dengan rumah pembangkit ukuran luas 2,25 m², tinggi 2,5 m. di dalam rumah pembangkit terdapat pondasi turbin. Pipa pesat menggunakan material **pipa galvanis** ukuran 8 inci, panjang 20 m sesuai lokasi. Gambaran desain reservoir, rumah pembangkit, dan lainnya dapat di lihat pada lampiran. Peralatan mekanikal terdiri dari **turbin pelton mikro** dan transmisi **pulley-belt**. Desain turbin pelton mikro yang digunakan merupakan hasil penelitian terapan kompetitif 2017, terdiri dari nosel, poros, piringan dan mangkok-mangkok turbin. Material yang digunakan adalah **kuningan** untuk nosel, **ST 60** untuk poros, **PVC flat** untuk piringan dan **PVC tube** untuk mangkok turbin. Ukuran diameter turbin adalah 50 cm.



Gambar 5. Turbin pelton mikro



Gambar 6. Model PLTMh skala lab.

Peralatan elektrikal meliputi **generator listrik** ukuran 3 Kw, **control panel**, **control charger**, dan **accu** untuk menyimpan energy listrik. Listrik dimanfaatkan pada malam hari, sehingga pada siang hari listrik disimpan dalam accu. Peralatan listrik dapat ditemukan di pasaran. Selain peralatan-peralatan tersebut, juga diperlukan **jaringan kabel** untuk distribusi, **tiang listrik**, dan **lampu 20 w** untuk 25 titik di kawasan wisata.

B. Manufacturing

Meliputi proses permesinan pembuatan komponen-komponen PLTMh. Komponen yang dibuat meliputi turbin air, penstock, dan bangunan sipil, dibuat di workshop jurusan Teknik Mesin Polines. Mesin produksi yang dibunakan meliputi mesin potong, mesin bubut, mesin las, mesin forming, dan milling. Sedangkan bangunan sipil dibangun melibatkan tukang batu masyarakat desa Gogik. Langkah akhir dari manufacturing adalah assembling dan installing di lokasi. Proses ini melibatkan mitra langsung untuk pengenalan peralatan PLTMh.

C. Institutional Set Up

Tahapan ini akan dilakukan pembentukan lembaga pengelola PLTMh, pelatihan operasional dan pemeliharaan bagi operator. Pembentukan lembaga dan penunjukkan operator melibatkan pemerintah desa dan pengelola wisata sumirang desa Gogik. Pelatihan meliputi teori dan praktek langsung. Materi pelatihan meliputi pengenalan PLTMh, prosedur menghidupkan dan mematikan PLTMh, perawatan komponen-komponen PLTMh. Tahapan ini juga dibuatkan **buku panduan operasional dan perawatan** sebagai pegangan operator.

D. Productive End Use

Tahapan ini dilakukan operasi PLTMh oleh pengelola. Pelaksanaan operasional akan didampingi oleh tim pelaksana DPTM. Pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran kinerja sebagai langkah **evaluasi** kegiatan. Pengukuran kinerja meliputi kinerja produk teknologi, dengan cara mengukur daya input dan output PLTMh, dan kinerja operator yang meliputi sikat, pengetahuan, dan ketrampilan dalam mengoperasikan PLTMh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi Program dan Penegasan Kerjasama

Sosialisasi program dilaksanakan pada awal bulan April 2019. Langkah ini dilakukan untuk menjelaskan program Pengabdian kepada masyarakat kepada desa Gogik. Hal ini perlu dilakukan karena dalam pelaksanaan program akan dilibatkan secara aktif. Dalam kegiatan ini disampaikan tentang program pengabdian kepada masyarakat, pembagian pekerjaan dan jadwal pelaksanaan kegiatan. Proses ini dilakukan agar terjalin kerjasama sinergis, dan komitmen bersama antara masyarakat, dan perguruan tinggi.

Rancangan turbin pelton

Runner turbin pelton terdiri dari cakram dan sudu. Cakram dibuat dari lambaran PVC yang dibubut diameter sedangkan Sudu dibuat dari belahan pipa PVC tipe AW. Diameter runner turbin pelton dibuat sebesar. sedangkan untuk ukuran sudu turbin ditunjukkan pada tabel 4.1 . Hasil pembuatan runner turbin pelton dapat dilihat pada gambar 4.1.

Tabel 4. 1 Dimensi Sudu

Sudut keluaran	0°
Ukuran pipa PVC (inchi)	2
Lebar (cm)	11,6
Tinggi (cm)	9
Kedalaman (cm)	5,8
Bukaan (cm)	5,4
Jarak pancaran jet (cm)	5



Gambar 4. 1 Runner Turbin Pelton: (1) sudu/mangkok turbin; (2) kaki dan penahan sudu; (3) piringan/cakram.

Rumah Turbin

Rumah turbin berfungsi untuk menangkap dan membelokkan percikan air keluar mangkok sehingga air dapat dialirkan ke sungai kembali. Selain itu di dalam rumah sebagai tempat nosel. Hasil pembuatan rumah turbin pelton dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Rumah Turbin: (1) penutup; (2) kerangka; (3) tempat masuk nosel.

Dudukan Generator

Dudukan generator berfungsi sebagai tempat pengunci generator yang posisinya lebih tinggi dari rumah turbin bertujuan untuk menghindarkan agar generator tidak terkena percikan air. Hasil pembuatan dudukan generator dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Dudukan Generator: (1) kerangka; (2) meja; (3) pengatur tinggi meja.

Nosel

Nosel merupakan suatu alat yang berfungsi merubah energi tekanan air menjadi energi kecepatan. Pada nosel dilengkapi dengan jarum pada badan nosel, jarum ini berfungsi untuk mengatur kecepatan air keluar nosel. Diameter nosel sebesar. Hasil pembuatan nosel dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Nosel: (a) tampak samping: 1. badan nosel, 2. Pengatur jarum, 3. Sambungan flange; (b) tampak depan (tutup penuh): 4. Jarum; (c) tampak depan (bukaan penuh): 5. Kepala nosel.

Bak Penenang

Bak penenang berfungsi untuk menampung air dari sungai agar permukaan air konstan, juga digunakan untuk mengendapkan kotoran yang terbawa dan menyaring air sehingga tidak merusak sudu turbin. Didalam bak terdapat saluran masuk, saluran keluaran, pelimpah dan saluran buang air. Bak penenang yang sebenarnya adalah berupa pasangan batu permanen. Kegiatan ini menggunakan bak penenang berbahan plastik, hanya digunakan untuk evaluasi hasil rancangan. Hal ini disebabkan kurangnya sumber daya yang ada.



Gambar 4. 5 Bak Penenang: (1) pipa penghantar dari bendungan; (2) saringan; (3) pipa penstock; (4) pelimpah; (5) pipa buang/bilas.

4.3. penerapan dan Evaluasi

Penerapan dilakukan dengan memasang sistem turbin pelton dan mengoperasikannya. Evaluasi dilakukan dengan mengukur hasil listrik yang dapat digunakan untuk keperluan penerangan daerah wisata. Berdasarkan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem turbin pelton, dapat di perkirakan beberapa lampu yang bisa dipasang di area wisata. Perangkat yang di pasang di lokasi meliputi: turbin pelton, generator listrik. Perangkat ini dioperasikan menggunakan alat bantu pipa penstock dan reservoir dari bahan plastik yang bersifat sementara dan hanya untuk mengevaluasi hasil penerapan. Nantinya alat bantu ini bukan bagian dari perangkat yang diperbantukan ke desa. Oleh karenanya perlu tahapan lebih lanjut dalam mengoperasikan pembangkit listrik tenaga air ini antara lain reservoir, saluran pembawa, penstock, dan bendung pada sungai.

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**



Gambar 5.5. pemasangan turbin pelton



Gambar 5.6. pemasangan turbin pelton



Gambar 5.7. Operasional turbin pelton

Energi Listrik hasil operasional

Pengujian pengisian aki dengan sumber generator menggunakan aki dengan spesifikasi :

Tegangan : 24V ; Kapasitas : 50AH

Berikut adalah hasil pengujian pengisian aki.

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Pengisian Aki

No	Waktu	Tegangan Aki (V)	Arus Aki (A)	Tegangan Generator (V)	Tegangan Regulator (V)
1	16.00	24	2,06	50	25
2	16.10	25	1,6	50	25
3	16.20	25	1,6	50	25

Pengambilan data 1-2 dilakukan 10 menit. Data selanjutnya didapatkan nilai arus , tegangan yang tetap sehingga pengukuran arus dan tegangan yang masuk ke aki dihentikan.

Dengan spesifikasi aki seperti yang dicantumkan di atas maka energi yang dapat disimpan aki yaitu :

$$E = 24V \times 50AH$$

$$= 1200 VAH$$

$$= 1,2 kVAH$$

Dengan arus dan tegangan terukur yang masuk ke dalam aki , maka dapat diketahui daya yang masuk ke aki yaitu :

$$P = V \times I$$

$$= 25 \times 2,06$$

$$= 51,5 VA$$

$$= 0,0515 kVA$$

Maka energi yang telah masuk saat pengujian aki dengan waktu 20 menit (0,3 jam) yaitu :

$$E = P \times t$$

$$= 51,5 \times 0,3$$

$$= 17,16 VAH$$

Lamanya pengisian aki jika dihitung menggunakan daya yang dihasilkan yaitu

$$t = \frac{1,2}{0,0515} = 23,3 \text{ jam}$$

Untuk kebutuhan penerangan di Desa Gogik terdapat beberapa titik yaitu :

1. Lampu penerangan pos (20 Watt)
2. Lampu penerangan jalan (20 Watt)
3. Lampu penerangan kamar mandi (6 lampu @20 Watt)
4. Lampu penerangan mushola (20 Watt)

Maka jumlah energi yang dibutuhkan yaitu :

- Pagi :
 - Lampu kamar mandi : 20Watt × 4 jam = 80 WH
 - Malam :
 - Lampu pos : 20Watt × 13 jam = 260WH
 - Lampu jalan : 20Watt × 13 jam = 260WH
 - Lampu mushola : 20Watt × 2 jam = 40WH
- 640WH +

Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines - 2019

Perhitungan waktu di atas menggunakan asumsi yaitu 1 lampu kamar mandi yang menyala selama 4 jam, lampu pos dan jalan dinyalakan mulai pukul 17.00-06.00 (13jam). Lampu mushola diasumsikan dinyalakan mulai pukul 17.00-19.00 (2jam).

Total Energi yang dihasilkan dalam satu hari yaitu:

= Daya yang dihasilkan generator x waktu

$$= 51,5 \times 24 = 1.236 \text{ VAH}$$

Maka Energi yang tersisa yaitu:

= Total Energi yang dihasilkan generator – Total energi yang dibutuhkan

$$= 1.236 - 640 = 596 \text{ VAH}$$

Dari daya yang tersisa dapat dimanfaatkan lagi dengan menambah lampu jalan 20 watt pada dua titik:

= jumlah daya \times lama pemakaian

$$= (20 \times 2) \times 13 = 520 \text{ VAH}$$

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari kegiatan ini adalah

1. Sistem turbin pelton layak diterapkan di lokasi wisata desa Gogik kabupaten Semarang.
2. Total energi listrik yang dihasilkan 1.236 Vah dan dapat digunakan untuk 3 titik lampu jalan, 1 titik lampu Pos jaga, lampu Toilet, dan Musholla

DAFTAR PUSTAKA

1. Sahid, Sunarwo, Dwiana H., 2016. *Turbin Pelton Mikro untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Pedesaan*. Proseding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Politeknik negeri Semarang, Semarang
2. Ferdian, Andre. 2009. *Rancang Bangun Turbin Pelton Memanfaatkan Konstruksi Elbow 90° sebagai Sudu dengan Variasi Sudut Keluar Sudu*. (Tugas Akhir). Politeknik Negeri Semarang. Semarang
3. Arter.A, Sunarto M. E. 1991. “**Pedoman Rekayasa Tenaga Air**”. Pusat Teknologi Tepat Guna. Jakarta
4. Teguh Norman T dkk. 2007. “**Pengaruh Perbandingan Diameter Dalam dengan Diameter Luar Terhadap Unjuk Kerja Turbin Cross Flow**”. Politeknik Negeri Semarang. Semarang
5. Sahid. 2008. “**Kajian Ekonomi PLTMH**”. Jurnal Rekayasa Mesin Volum 3 No.5. Hal: 151-157.
6. Shodiq Dja'far. 2009. “**Makalah Seminar Nasional tentang Pelatihan Training Of Trainers (TOT) Operator Mikrohidro**”. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
7. Bakromin dkk. 2009. “**Modifikasi Runner Turbin Cross Flow untuk Meningkatkan Efisiensi Pembangkit Listrik Mikrohidro dengan Variasi Jumlah Blade dan Perbandingan Diameter Dalam dengan Diameter Luar**”. Politeknik Negeri Semarang. Semarang.

**Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat
Polines - 2019**

8. Sunandar dkk. 2009. **“Pengaruh Perbandingan Diameter Dalam dengan Diameter Luar dan Sudut Sudu Jalan Terhadap Kinerja Turbin Cross Flow Untuk pembangkit Listrik Mikohidro”**. Politeknik Negeri Semarang. Semarang
9. Artikelri Bloggerized. **“Turbin Mikohidro”**.2008.by [Falcon Hive.com](#)