

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
UNGGULAN PERGURUAN TINGGI BOPT
TAHUN ANGGARAN 2013**



**JUDUL PENELITIAN
RANCANG BANGUN DAN PEMBUATAN MODEL SISTEM
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN
METODE ELEMEN HINGGA BERDASARKAN POSISI DAN
BENTUK SUDU SREW PUMP**

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

PENELITI :

Anizar Indriani, ST, MT (NIDN: 0020027105)

Dr.Eng. Hendra, ST, MT (NIDN: 0018117302)

Afdal Kurniawan M, ST, MT (NIDN: 0026098203)

Afriyastuti Herawati, ST, MT (NIDN: 0001058203)

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
TAHUN ANGGARAN 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Dan Pembuatan Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Metode Elemen Hingga Berdasarkan Posisi Dan Bentuk Sudu Srew Pump

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : **Anizar Indriani,ST.MT**
NIDN : 0020027105
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Teknik Elektro
Nomor HP : 081371339267
Alamat surel e-mail) : aniz_raimin@yahoo.com
Anggota (1)
Nama Lengkap : **Dr. Eng Hendra,ST.MT**
NIDN : 0018117302
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
Anggota (2)
Nama Lengkap : **Afdal Kurniawan M, S.T., MT**
NIDN : 0026098203
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
Anggota (3)
Nama Lengkap : **Afriyastuti Herawati, ST.MT**
NIDN : 0001058203
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
Institusi Mitra
Nama institusi : Desa Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara
Alamat : Kelurahan Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara
Penanggungjawab : Andi Hakim
Tahun Pelaksanaan : Tahun kesatu dari rencana dua tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 78.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 157.995.000,-

Bengkulu, 3 November 2013

Ketua,

(Anizar Indriani,ST.MT)
NIP. 197102202006042001



RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan *screw turbin*. Prinsip kerja dari alat ini adalah memanfaatkan debit aliran air irigasi yang rendah (tidak memerlukan dam atau kolam genangan). Air yang mengalir dari irigasi masuk ke dalam *screw turbin* dan menggerakkan *screw turbin* sehingga memutar generator melalui poros yang dihubungkan dengan kopling. Energi mekanik dari poros diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Mekanisme kerja alat ini merupakan lanjutan dari peneliti lain dimana perbedaannya terletak pada material, posisi dan bentuk screw turbin dimana penelitian sebelumnya menggunakan kemiringan head 26^0 dan ketinggian air jatuh 1 m dengan material ASTM A53 dengan daya keluaran 100 watt. Dalam penelitian ini kemiringan dan tinggi air jatuh divariasikan antara 25^0 hingga 40^0 dan material screw turbin terbuat dari komposit. Alat ini ditekankan untuk menghasilkan tegangan listrik yang stabil dengan memanfaatkan irigasi.

Penelitian ini juga bagian dari pengembangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang akan diteliti pada daerah Bengkulu terutama di Desa Kemumu Kota Argamakmur Bengkulu Utara. Penelitian ini dilakukan selama dua tahun dimana pada tahun pertama dilakukan perancangan dan pembuatan prototipe dari *screw turbin* berbahan komposit dengan variasi bentuk dan posisi turbin menggunakan *finite element method* (FEM) dan tahun kedua pengujian performance (unjuk kerja) dari *screw turbin* dengan target keberhasilan alat ini sebesar 90% dan bisa memasok listrik lebih dari 100 watt. Selanjutnya dilakukan pembuatan dan implementasi alat pada masyarakat dan industri. Sehingga issue nasional akan tersedianya sumber energi pembangkit listrik alternatif yang murah dan ramah lingkungan dapat terpenuhi.

Pada penelitian ini hasil yang sudah dicapai dalam bentuk prototipe mini dari screw turbin dibuat dengan material sederhana seperti aluminum dan pipa PVC sebagai poros dudukan sudu screw aluminum. Dari prototipe ini diperoleh putaran screw turbin sebesar 352 RPM. Putaran sebesar ini akan dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 385 Volt.

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan Hidayalahnya penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Dan Pembuatan Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Metode Elemen Hingga Berdasarkan Posisi Dan Bentuk Sudu Srew Pump”** sudah hampir selesai. Berkat Kerjasama dan Kerja keras Tim Peneliti, penelitian ini sudah hampir rampung. Untuk itu kami tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada masyarakat Desa Kemumu yang sudah memfasilitasi dan mendukung kegiatan penelitian ini.

Tim Peneliti menyadari bahwa hasil Penelitian yang kami lakukan masih belum sempurna, halmana disebabkan antara lain oleh waktu pelaksanaan yang dibatasi, kemampuan pemikiran tim peneliti yang masih kurang dan perlu ditambah wawasan untuk penyempurnaan penelitian ini. Oleh sebab itu kekurangan-kekurangan yang tersebut kami meminta saran-saran dan masukkan membangaun untuk peneilitian kami ini dan kami juga berharap pada penelitian ini dapat dilanjutkan pada tahun kedua sehingga penelitian dapat menghasilkan target yang kami perkiraankan dan membantu kebutuhan akan energi listrik masyarakat desa Kemumu Kota Argamakmur Kabupaten Bengkulu Utara.

Akhir Kata, kepada yang semua yang telah mendukung kegiatan penelitian ini kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Bengkulu, 6 November 2013

Tim peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN	
PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Luaran Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Prinsip Kerja PLTMH menggunakan Srew Turbin.....	5
2.2. Persamaan Energi.....	7
2.3. Daya dan Effisiensi.....	8
2.4. Jenis dan Kelebihan <i>Srew Turbin</i>	8
2.5. Potensi PLTMH di Indonesia.....	9
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	11
3.1. Tujuan.....	11
3.2. Manfaat Penelitian.....	11
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	13
4.1. Lokasi Penelitian.....	13
4.2. Alat, Bahan dan Model Srew Turbin.....	13
4.3. Pembuatan Prototipe Srew Turbin.....	14
4.4. Prosedur Penelitian.....	15
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
5.1. HASIL	18
Komponen Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	18
5.1.1. Pembuatan Komponen Mekanikal Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Srew Turbin).....	21
5.1.2. Pembuatan Komponen Elektrikal. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Generator).....	24
5.2. Pengujian Performance Screw Turbin dan Generator untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	27
5.3. PEMBAHASAN	29
BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	31

6.1. Pembuatan Screw turbin Skala Besar dan Analisa Pemodelan Screw turbin dengan Finite element Method.....	31
6.2. Pembuatan Screw turbin skala besar dengan posisi Stator dan Rotor Generator berada didalam Poros	36
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	37
7.1. Kesimpulan	37
7.2. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 1. Kondisi Air yang akan dimanfaatkan untuk Mikrohidro Mini Screw Pump.

LAMPIRAN 2. Seminar International yang dilaksanakan di Phuket Thailand.

LAMPIRAN 3. Seminar Nasional SNTTM XII Universitas Lampung Bandar Lampung

LAMPIRAN 4. Alokasi Biaya

LAMPIRAN 5. Mitra Peneliti

LAMPIRAN 6. Personalia Tenaga Peneliti Beserta Kualifikasinya

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Mesin dan PLTMH.....	6
Gambar 4.1 Screw Turbin	14
Gambar 4.2 Prosedur Penelitian dan Target Keluaran pada Tahun I	16
Gambar 4.3. Prosedur Penelitian dan Target Keluaran pada Tahun II	17
Gambar 5.1 Prototipe Mini Screw Turbin	19
Gambar 5.2 Gambar Teknik Komponen Screw Turbin Mini	20
Gambar 5.3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Mini	23
Gambar 5.4 Perakitan Komponen Listrik Screw Turbin	23
Gambar 5.5 Magnet dan Lilitan dengan diameter Kumaran 0.15	25
Gambar 5.6 Pengujian Lilitan Kumaran Magnet Motor Revo	25
Gambar 5.7 Pemasangan Magnet Motor dan Lilitan pada Screw Turbin	27
Gambar 5.8 Komponen Terpasang Screw Turbin dan Generator	28
Gambar 5.9 Tegangan yang dihasilkan oleh Prototipe mini Screw Turbin dan Generator.....	28
Gambar 6.1 Pemodelan Prototipe Screw Turbin dan Generator	29
Gambar 6.2 Mesin Pressure Cutting dan Las	33
Gambar 6.3 Mesh dan Elemen Prototipe Screw turbin (7dan 10 sudu).....	33
Gambar 6.4 5 sudu/blade dan poros screw turbin setelah pemodelan dan destimasi dengan Metode FEM (Finite Elemen Methode)	34
Gambar 6.6 Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro skala besar dengan posisi Stator dan Rotor Generator Sinkron berada didalam Poros Screw turbin	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Daya Keluaran dengan Debit dan Head	4
Tabel 5.1 Pengujian PLTMH Screw Turbin I (Pertama)	24
Tabel 5.2 Pengujian menggunakan Lampu Dop 15 Watt	26
Tabel 5.3 Hasil Pengujian PLTMH Screw Turbin pada saat sudah dikopel dengan generator.....	26
Tabel 5.4 Hasil pengujian Screw Turbin dengan Diameter Lilitan yang Berbeda	28

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik saat ini semakin meningkat dengan meningkatnya pertumbuhan manusia dan peralatan yang menggunakan energi listrik seperti listrik untuk perumahan, listrik untuk alat transportasi seperti kereta api listrik, alat-alat rumah tangga dan lain-lainnya. Energi listrik yang diperlukan oleh manusia dapat dihasilkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan beberapa sumber energi seperti pembangkit listrik tenaga air [1], uap, bahan bakar minyak, surya, nuklir [2] dan lainnya.

Saat ini sumber energi untuk pembangkit listrik seperti bahan bakar minyak atau tenaga uap yang diperoleh dari sumber energi minyak bumi dan batubara sudah mulai menipis dan selain itu untuk bahan baku batubara belum ada sistem pengolahannya yang ramah lingkungan. Hal ini mendorong para peneliti atau perancang untuk mencari sumber energi alternatif lain yang memiliki potensi baik. Sumber energi yang potensial saat ini adalah tenaga air, tenaga surya, dan tenaga gelombang dimana untuk sumber energi ini diperlukan peralatan atau mesin pengolah dari energi kinetik atau panas menjadi energi listrik. Untuk pemanfaatan energi surya peralatan yang diperlukan seperti *solar cell* masih mahal tetapi sumber energinya tidak akan habis. Pada energi gelombang laut sampai saat ini masih dikembangkan alat pengolah untuk meubah energi gelombang laut menjadi energi listrik dimana belum ada alat pengolah yang siap pakai.

Sementara untuk energi air, peralatan pengolahnya sudah banyak dikembangkan baik dalam skala kecil maupun besar. Untuk skala besar dapat dilihat dari output tegangan listrik yang dihasilkan sampai ratusan ribu megawatt yang mana alat ini biasanya digunakan di area yang luas dan bersifat sentralisasi seperti penggunaan dam atau danau dengan area yang luas. Penggunaan pembangkit listrik skala besar dan sentral ini di Indonesia belum menjamin ketersediaan aliran listrik dengan kualitas dan kuantitas yang baik, dimana untuk wilayah yang luas dan berbukit menyulitkan dalam penyebaran aliran listriknya sehingga pada daerah terpencil dan jauh tegangan listrik yang diperoleh kurang stabil. Untuk menanggulangi hal ini maka dirancang **alat pembangkit listrik mikrohidro menggunakan *screw turbin***. Pembangkit listrik ini memiliki keuntungan seperti bisa digunakan pada wilayah yang terpencil dan area yang relatif tidak terlalu luas serta dapat bersifat desentralisasi. Kebutuhan dasar dari pembangkit listrik ini adalah aliran air yang mengalir. Air mengalir ini dapat diperoleh dari aliran sungai ataupun irigasi. Indonesia merupakan wilayah yang banyak memiliki sungai-sungai besar dan kecil serta saluran irigasi. Wilayah Indonesia yang luas sangat cocok dalam pemanfaatan pembangkit listrik mikrohidro [3] menggunakan *screw turbin* [4][5][6][7] ini. Propinsi Bengkulu termasuk

wilayah yang memiliki sungai dan irigasi yang cukup banyak dimana dapat dilihat di beberapa daerah seperti di kota Arga Makmur. Akan tetapi Kabupaten Arga Makmur memiliki kendala dalam hal kelistrikan. Untuk menanggulangi kendala listrik di daerah Kabupaten Arga Makmur maka diperlukan alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan memanfaatkan sumber air dari irigasi yang banyak terdapat di Kelurahan Kemumu Kota Arga Makmur. Pembangkit yang dirancang dan dibuat adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis *screw turbin* dimana diharapkan *screw turbin* yang dihasilkan merupakan alat yang ramah lingkungan baik bagi manusia maupun hewan (ikan). Selain ramah lingkungan, hasil dari alat pembangkit ini diharapkan dapat membantu masyarakat pedesaan dalam menanggulangi kekurangan energi listrik dan mengoptimalkan fungsi saluran irigasi yang ada. Alat pembangkit listrik ini dapat dipergunakan oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan akan energi listrik dan juga dapat memecahkan issue nasional tentang energi terbarukan.

1.2. Luaran Penelitian

Dalam penelitian ini, sudah menghasilkan seminar nasional yang dilaksanakan pada seminar Nasional SNTTM XII dilampung pada tanggal 23-24 Oktober 2013 dengan Judul “***Design dan Manufacturing Screw Turbin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Kecil***”.

Pemanfaatan mikrohidro menggunakan *Screw Turbin Mini* yang memiliki keunggulan dapat dioperasikan dalam keadaan musim kering dan musim penghujan. Pembangkit skala kecil ini dapat memenuhi kebutuhan akan listrik bagi masyarakat daerah terpencil yang belum dialiri listrik. Pada penelitian ini dihasilkan teknologi tepat guna berupa pembangkit skala kecil yang dapat dimanfaatkan masyarakat untuk mengolah hasil pertanian dan penerangan. Untuk itu tema publikasi pada Seminar International adalah : “***Analysis of Screw Turbine Design and Placement of the Generator in The Screw Turbine Shaft Used for The Small-scale of Micro Hydro Electrical Generating***”. Leaflet pelaksanaan Seminar International yang **Phuket Thailand 11-12 Januari 2014**.

BAB.II. TINJAUAN PUSTAKA

Mikrohidro merupakan suatu teknologi pemanfaatan air dalam menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan mikrohidro diawali oleh adanya masalah bagi daerah terpencil akan pasokan listrik. Daerah terpencil yang memiliki potensi aliran air seperti sungai dan irigasi tidak mendapat pasokan listrik yang memadai disebabkan oleh daerah tersebut jauh dari jangkauan jaringan listrik dari pembangkit listrik induk (pusat). Dengan adanya potensi ini maka dapat digunakan untuk menghasilkan pembangkit listrik dengan kapasitas yang kurang dari 100 kW dengan menggunakan mikrohidro.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) [1][3][8] merupakan suatu pembangkit listrik yang menggunakan sumber energinya dari air. Prinsip kerja PLTMH adalah meubah energi potensial dan kinetik menjadi mekanik hingga menghasilkan energi listrik melalui suatu sistem penggerak yang menggunakan air. Air penggerak ini berasal dari air saluran irigasi, air sungai kecil atau air terjun. PLTMH bekerja dengan memanfaatkan jumlah debit air dan ketinggian jatuh air (head) dimana PLTMH memiliki tiga komponen utama yaitu air, turbin [9][10] dan generator [11]. Air [12] berfungsi sebagai penggerak sudu atau *screw turbin* dimana besarnya gerakan yang dihasilkan tergantung kepada jumlah debit dan ketinggian jatuh air (menghasilkan energi potensial). Debit aliran merupakan banyaknya jumlah air yang mengalir dalam turbin per satuan waktu (liter/dt) dan ketinggian jatuh air (head) pada turbin adalah besarnya jarak antara titik jatuh air dengan turbin [9][13]. Selanjutnya energi potensial diubah menjadi energi mekanik pada turbin melalui sudu-sudu atau *screw* pada turbin. Energi mekanik yang dihasilkan turbin diteruskan oleh poros [9][11][14] penghubung (berputar) ke generator dimana pada generator energi mekanik diubah menjadi energi listrik. Generator listrik untuk PLTMH dibuat dengan memperhatikan beberapa aspek seperti kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan serta yang utama sekali adalah faktor keselamatan. Besarnya pengaruh debit dan ketinggian jatuh air terhadap daya keluaran pada generator dapat dilihat pada Tabel 1.

PLTMH bisa digunakan untuk ketinggian air jatuh yang rendah misalnya pada 2,5 meter dengan keluaran tegangan listrik sekitar 400 watt. Keluaran dari PLTMH [6] memang kecil dibanding dengan penggunaan pembangkit listrik tenaga air lainnya tetapi PLTMH memiliki keuntungan yaitu tidak merusak habitat yang digunakan, ramah lingkungan, memerlukan areal yang tidak terlalu luas untuk peralatan dan sistem operasinya sederhana. PLTMH sangat cocok digunakan untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik pada daerah yang terpencil. Ada beberapa kelebihan

atau keuntungan penggunaan PLTMH yaitu:

1. PLTMH lebih mudah dalam pengoperasian dan pemanfaatan sumber daya alam yang ramah lingkungan dan tidak pernah habis.
2. konstruksi bangunan PLTMH sangat sederhana dan dapat digunakan pada daerah terpencil dan memanfaatkan potensi yang ada pada daerah tersebut.
3. dapat digunakan pada daerah irigasi atau tempat penampungan air (kolam).
4. ketersediaan air tergantung kepada kondisi hutan disekitar daerah tersebut dimana kelestarian hutan akan menjamin ketersediaan air.

Tabel 2.1 Hubungan Daya Keluaran dengan Debit dan Head

Head (m)	Debit aliran air Q (l/dt)	Output Turbin (kW)	Output Generator (kW)
24	33.3	5.9	4.7
26	34.6	6.7	5.3
28	36	7.4	5.9
30	37.2	8.2	6.6
32	38.4	9.0	7.2
34	39.6	10	8

Beberapa alasan pemilihan PLTMH adalah Indonesia kaya akan hutan dan air, dapat melestarikan sumber air dan hutan, dapat beroperasi siang dan malam, mudah diproduksi dan dirawat, awet, tidak mahal dan mudah dioperasikan. Potensi energi listrik mikrohidro di Indonesia bisa mencapai 500 megawatt dan saat ini sudah ada sekitar 200 pembangkit listrik tenaga mikrohidro dan yang baru tereksplorasi sebesar 15 persen. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) di daerah Bandung digunakan untuk menggerakkan pompa pengalir air dari lembah sedalam 70 meter ke bak penampung air dan menghasilkan listrik sekitar 6.000 watt. Di Jawa Timur, PLTMH digunakan sebagai pemasok kebutuhan listrik dengan kapasitas 23 kWh per bulan atau 276 kWh per tahun. Untuk daerah Temanggung, PLTMH digunakan sebagai penggerak mesin pengupas kopi, mesin pendingin keju dan susu.

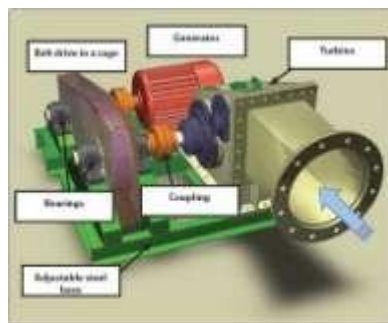
Di negara lain mikrohidro digunakan berbarengan dengan proses pertanian seperti pengolahan tepung dengan daya keluaran PLTMHnya adalah hingga 42MW. Di China dihasilkan daya 19GW dan keluaran listrik 64TWh. Indonesia termasuk negara yang memiliki potensi yang besar dalam pemanfaatan PLTMH. Daerah Tegangan Bali memanfaatkan PLTMH untuk penggerak mesin penggiling beras dengan kapasitas 12.500 Watt sehingga dihasilkan beras sebanyak 500 ton setiap panen. PLTMH ini memanfaatkan debit air sebesar 350 liter/detik. Selain daerah Bali, daerah lainnya juga memiliki potensi dalam pemanfaatan PLTMH yaitu desa Kemumu Kota Arga Makmur Bengkulu. Desa Kemumu memiliki potensi air irigasi untuk pertanian yang besar dan dapat dimanfaatkan untuk PLTMH.

2.1 Prinsip Kerja PLTMH menggunakan *Screw turbin*

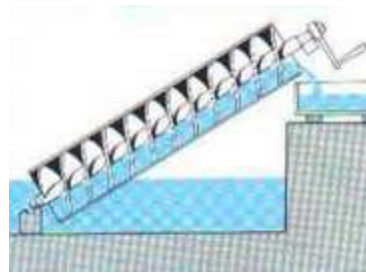
Prinsip kerja PLTMH menggunakan *screw turbin* adalah memanfaatkan head dan debit air per detik yang mengalir pada saluran irigasi. Aliran air ini akan menggerakkan *screw turbin* turbin. Gerakan *screw turbin* akan memutar poros penghubung antara turbin dengan generator (menghasilkan energi mekanik). Poros akan menggerakkan generator sehingga energi mekanik dari poros akan diubah menjadi listrik di generator.

PLTMH dengan pembangkit lain seperti kincir dan jenis lain memerlukan bendungan atau dam untuk mengatur aliran air untuk penggerakannya, bangunan pengambil air (intake) [15] [16], saluran penghantar untuk mengalirkan air dari intake, saluran pelimpah air, kolam penenang dan pipa [15] [16] pesat yang berfungsi untuk mengalirkan air ke turbin. Dalam pipa pesat energi potensial air diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar sudu. Setelah keluar dari pipa pesat air masuk ke turbin melalui inlet dimana di dalamnya ada pengarah vane yang berguna untuk membuka dan menutup turbin, mengatur jumlah air yang masuk ke sudu sehingga bergerak dan menghasilkan energi kinetik yang memutar poros turbin. Putaran poros akan menimbulkan energi mekanik yang ditransmisikan ke generator hingga menghasilkan energi listrik. Sistem transmisi [9][11][14] generator dapat terjadi secara langsung atau tidak langsung. Untuk transmisi langsung daya poros berhubungan langsung dengan poros generator melalui kopling [9][11][14] sementara sistem tidak langsung menggunakan sabuk atau belt dalam proses pemindahan

dayanya. Sistem transmisi langsung memiliki kelebihan yaitu lebih mudah dipasang dan dirawat, kompak dan memiliki efisiensi yang tinggi. Dengan sistem tidak langsung penggunaan generator dapat divariasikan dengan mengatur kecepatan putar poros generator dan turbin. PLTMH dengan menggunakan *screw turbin*, mekanismenya sama dengan PLTMH lain tetapi memiliki kelebihan yaitu tidak merusak habitat yang ada dan ramah lingkungan. Selain itu juga mengurangi losses yang ada akibat hubungan dari beberapa komponen. Gambar 1 menunjukkan komponen mesin pada PLTMH dengan mekanisme tidak langsung dan jenis-jenis PLTMH.



a. Komponen Mesin dan PLTMH [5]



b. *Screw turbin* Penggerak Manual [5]



c. *Type Steel trough*[6]



d. *Type Closed compact installation*[6]

Gambar 2.1. Komponen Mesin dan PLTMH

Sistem transmisi daya poros pada generator dapat berupa sistem transmisi langsung (daya poros langsung dihubungkan dengan poros generator dengan bantuan kopling), atau sistem transmisi daya tidak langsung, yaitu menggunakan sabuk atau belt untuk memindahkan daya antara dua poros sejajar. Keuntungan sistem transmisi

langsung adalah lebih kompak, mudah dirawat, dan efisiensinya lebih tinggi. Gearbox dapat digunakan untuk mengoreksi rasio kecepatan putaran.

Sistem transmisi tidak langsung memungkinkan adanya variasi dalam penggunaan generator secara lebih luas karena kecepatan putar poros generator tidak perlu sama dengan kecepatan putar poros turbin. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk PLTMH skala besar adalah jenis flat belt, sedang V-belt [7][11][14] digunakan untuk skala di bawah 20 kW. Listrik yang dihasilkan oleh generator dapat langsung ditransmisikan lewat kabel pada tiang-tiang listrik menuju rumah konsumen.

2.2 Persamaan Energi

Prinsip kerja turbin adalah mengubah energi potensial air menjadi energi gerak (mekanik). Energi pada fluida [12] terdiri atas:

1. energi potensial yaitu energi yang timbul karena adanya pengaruh gaya gravitasi bumi g (m/s^2) dan tinggi jatuh air h (m) yang diberikan oleh massa jenis (ρ) dan fluida. Dimana dapat dihitung dengan persamaan (1):

$$E_p = m \cdot g \cdot h \dots\dots\dots(1)$$

2. energi kinetik yaitu energi yang memiliki massa m (kg) dan kecepatan v (m/s) dan dapat dihitung dengan (2):

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \dots\dots\dots(2)$$

3. energi tekanan merupakan energi yang terjadi karena adanya gaya yang bekerja pada suatu bidang akibat massa dan fluida. Dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$E_t = m \cdot \frac{P}{\rho} \dots\dots\dots(3)$$

4. energi dalam yaitu energi pada fluida yang dipengaruhi oleh tekanan dan temperatur dan dihitung dengan persamaan 4.

$$\delta Q = \delta U + \delta pv \dots\dots\dots(4)$$

Karena energi dalam pada air tidak memberikan pengaruh terhadap kerja mesin-mesin fluida maka nilainya adalah 0.

2.3 Daya dan Efisiensi

Daya kerja turbin [10][13] merupakan besarnya kerja dalam satuan detik yang dilakukan oleh massa air (kg) yang jatuh pada ketinggian tertentu dimana turbin terpasang. Air yang jatuh pada sudu turbin (Q) akan memutar sudu turbin dimana efisiensi daya yang dihasilkan adalah:

$$P_{th} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

P_{th} = Daya turbin [Watt]

ρ = Massa jenis air [kg/m^3]

Q = Debit [m^3/s]

g = Percepatan gravitasi [m/s^2]

H = head

Besar efisiensi turbin berkisar antara 75% sampai 90%, tergantung pada jenis turbin (turbin yang besar akan memiliki efisiensi paling tinggi).

2.4 Jenis dan Kelebihan *Screw turbin*

Screw turbin dapat beroperasi didaerah pada ketinggian (head) yang rendah dimana kondisi head mempengaruhi posisi sudu *screw turbin*. *Screw turbin* dapat bekerja pada ketinggian air jatuh antara 2 – 15 m dan kemiringan 30° - 60°. *Screw turbin* terdiri beberapa tipe seperti *type steel trough* dan *type closed compact installation* [6]

Komponen pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro meliputi:

1. Dam/Bendungan Pengalih (intake).
2. Bak Pengendap (Settling Basin).
3. Saluran Pembawa (Headrace).
4. Pipa Pesat (Penstock).
5. Turbin.
6. Pipa Hisap.
7. Generator.
8. Panel kontrol.
9. Pengalih Beban (Ballast load).

2.5 Potensi PLTMH di Indonesia

Indonesia memiliki potensi yang besar dalam implementasi mikrohidro karena banyak memiliki sungai dan irigasi. Berdasarkan data Kementerian ESDM, kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga air baik skala besar/kecil baru mencapai 4200 MW atau sekitar 5,5% dari total potensi yang ada. Sementara untuk yang skala mini/mikro mencapai 215 MW atau sekitar 37,5% dari total potensi. dan menurut Rencana Induk Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (RIPEBAT) potensi energi mikrohidro (PLTMH) tersebut diperkirakan 458,75 MW.

Mikrohidro dalam perencanaan energi nasional, khususnya dalam lingkup energi baru terbarukan, perkembangannya sangat menggembirakan mulai dari aspek keteknikan, teknologi, fabrikasi, sumber daya manusia, pengelolaan dan juga kebijakan pemerintah. Sasaran mikrohidro adalah untuk industri menengah contohnya adalah daerah pertanian.

Jaringan irigasi yang banyak dibangun di daerah pedesaan untuk menunjang pembangunan pertanian menyimpan potensi tenaga air yang cukup besar untuk dimanfaatkan bagi PLTM. Penerapan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di jaringan irigasi adalah untuk mengembangkan potensi tenaga air yang terdapat pada jaringan irigasi menjadi potensi tenaga listrik, dengan membuat pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada bagian-bagian dari jaringan irigasi yang mempunyai potensi, dan menyalurkan tenaga listrik yang dihasilkan kepada masyarakat pemakai untuk dimanfaatkan bagi pengembangan potensi sosial-ekonomi desa.

Indonesia memiliki potensi yang besar dalam implementasi mikrohidro. jumlah sungai-sungai di indonesia sangatlah banyak. Berdasarkan data Kementerian ESDM, kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga air baik skala besar/kecil baru mencapai 4200 MW atau sekitar 5,5% dari total potensi yang ada. Sementara untuk yang skala mini/mikro mencapai 215 MW atau sekitar 37,5% dari total potensi. dan menurut Rencana Induk Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (RIPEBAT) potensi energi mikrohidro (PLTMH) tersebut diperkirakan 458,75 MW.

Mikrohidro dalam perencanaan energi nasional, khususnya dalam lingkup energi baru terbarukan, perkembangannya sangat menggembirakan mulai dari aspek keteknikan, teknologi, fabrikasi, sumber daya manusia, pengelolaan dan juga kebijakan pemerintah. Sasaran mikrohidro adalah untuk industri

menengah contohnya adalah daerah pertanian.

Jaringan irigasi yang banyak dibangun di daerah pedesaan untuk menunjang pembangunan pertanian menyimpan potensi tenaga air yang cukup besar untuk dimanfaatkan bagi PLTM. Penerapan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di jaringan irigasi adalah untuk mengembangkan potensi tenaga air yang terdapat pada jaringan irigasi menjadi potensi tenaga listrik, dengan membuat pembangkit listrik tenaga mikrohidro pada bagian-bagian dari jaringan irigasi yang mempunyai potensi, dan menyalurkan tenaga listrik yang dihasilkan kepada masyarakat pemakai untuk dimanfaatkan bagi pengembangan potensi sosial-ekonomi desa.

BAB.III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat pembangkit listrik Tenaga mikrohidro menggunakan *screw turbin*. Tujuan khusus untuk tahun pertama adalah perancangan alat dengan fokus pada poin-poin berikut:

1. Optimasi bentuk dan posisi sudu *screw turbin*.
2. Optimasi konstruksi rancang bangun *screw turbin*.
3. Optimasi kinerja alat pembangkit listrik *screw turbin*.
4. Simulasi dan pemodelan performance pembangkit listrik menggunakan *screw turbin*.

Pada tahun kedua tujuan khususnya adalah estimasi unjuk kerja alat dengan fokus pada:

1. Uji daya output listrik alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro
2. Simulasi aliran atau debit irigasi.
3. Simulasi ketinggian (head) jatuh air irigasi.
4. Simulasi putaran *screw turbin*.
5. Uji performance

Dengan memanfaatkan teknologi mikrohidro diharapkan kebutuhan masyarakat akan energi listrik dengan tegangan yang stabil dapat terpenuhi sehingga dapat mengurangi kerusakan alat elektronik dan meningkatkan kesehatan dan ekonomi masyarakat.

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk membuat alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan *screw turbin*. Pembuatan alat ini adalah untuk mencari alternatif lain dalam mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dimana Indonesia memiliki potensi yang besar dalam ketersediaan sumber daya air. Tingkat kebutuhan bahan bakar yang tinggi saat ini dan perubahan harga yang tidak jelas serta diikuti dengan menipisnya cadangan minyak, pemanfaatan potensi sumber daya air dalam hal ini mikrohidro sangat besar sebagai bagian dalam menjaga kesedian dan ketahanan energi nasional.

Potensi mikrohidro yang dimiliki oleh Indonesia adalah 10% dari keseluruhan potensi mikrohidro yang ada di dunia yang mana potensi ini baru beberapa persen yang dapat dimanfaatkan. Mikrohidro memiliki potensi yang cukup besar yaitu sekitar 500 MW dan baru beberapa persen yang dapat dimanfaatkan. Hal ini disebabkan oleh mahalnya biaya pembuatan instalasi mikrohidro dan ini membuat masyarakat lebih cenderung membangun pembangkit listrik tenaga batu bara. Padahal teknologi mikrohidro lebih mudah dan dapat dibuat oleh masyarakat dengan memanfaatkan potensi daerah dalam meningkatkan ekonominya.

Untuk itu diperlukan kerjasama yang baik antara peneliti, pemerintah daerah dan kalangan Industri dalam mengembangkan pembangunan tersistem untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat terutama di daerah terpencil. Pemanfaatan mikrohidro diharapkan masyarakat daerah terpencil dapat meningkatkan atau mengembangkan potensi yang ada di daerah seperti pengembangan pengolahan hasil pertanian atau untuk penerangan. Kelebihan produksi listrik juga dapat untuk meningkatkan pendapatan masyarakat dengan menjual ke PLN.

BAB.IV. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pembuatan model dengan finite element method (FEM) dan pengujian yang dilakukan dalam dua tahap yaitu: Tahun I adalah pembuatan model dengan FEM untuk mendapatkan estimasi nilai optimal pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) *screw turbin* dengan memperhatikan debit dan head aliran air di irigasi. Pada Tahun kedua dilakukan uji kinerja alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan memperhatikan beberapa parameter seperti debit aliran, head, material poros dan turbin, putaran dan torsi pada poros dan turbin serta tegangan maksimal yang dihasilkan oleh generator. Pada tahun pertama alat dibuat dalam bentuk prototipe dan selanjutnya dilakukan uji alat.

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Laboratorium Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu dan Desa Kemumu Kota Argamakmur Bengkulu. Pemilihan lokasi ini adalah karena memiliki potensi sumber daya manusia dan alam khususnya mahasiswa Teknik dan tenaga laboran dan irigasi.

Untuk dapat merancang dan membuat alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro screw pum dilakukan :

- a. Melihat kondisi irigasi di desa Kemumu Kota Argamakmur Propinsi Bengkulu.
- b. Membuat pemodelan dengan menggunakan gambar teknik dan mesin.
- c. Membuat prototipe *screw turbin*.

4.2. Alat, Bahan dan Model *Screw turbin*

Alat yang digunakan adalah:

1. *Screw turbin*.
2. Turbin.
3. Poros.
4. Kopling.
5. Generator.
6. Pipa.

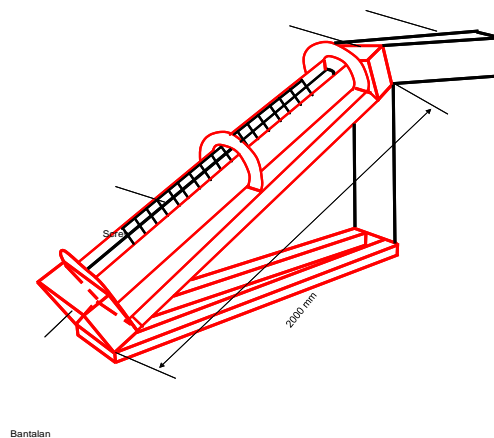
7. Katup.

Bahan yang digunakan adalah:

1. Komposit.
2. Steel.
3. PVC.
4. Plastik.
5. Fluida cair

Model yang dibuat dalam pemodelan ini dapat dilihat pada Gambar 4 yaitu :

1. Pemodelan *screw turbin* menggunakan gambar mesin dan finite element method (FEM) dengan model Axi-simetri Quadrilateral dan variasi material .
2. Pembuatan prototipe *screw turbin* dengan material komposit



Gambar 4.1. Screw turbin

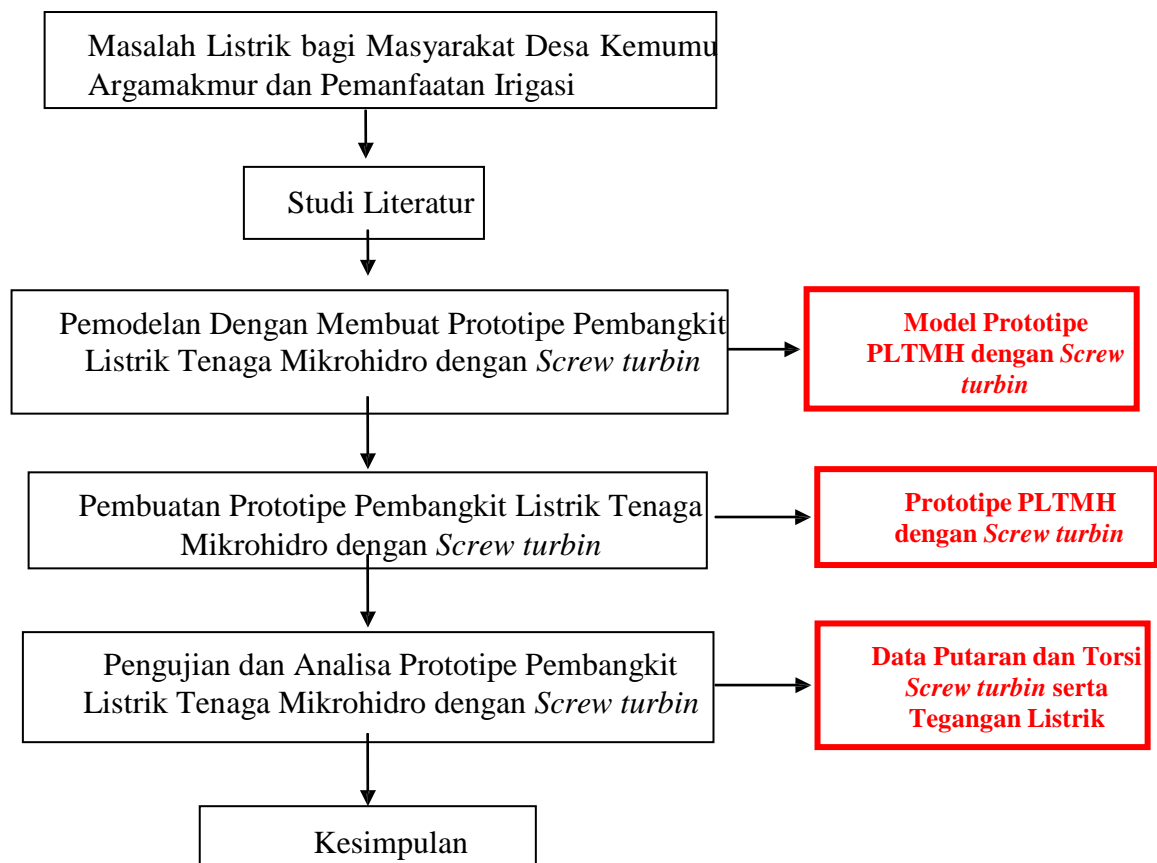
4.3. Pembuatan prototipe screw turbin

Pembuatan prototipe dilakukan dengan menggunakan gambar teknik dan mesin. Selanjutnya dibuat dalam skala kecil dan pemasangan instalasi di daerah Kemumu Argamakmur. Bentuk dan dimensi prototipe yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4 Prototipe *screw turbin* yang dibuat adalah *screw turbin* dalam skala kecil dimana data yang diperlukan adalah Daya (P), Head (H): 0,5 meter dan sudut kemiringan *screw turbin* (variasi 20° - 45°).

4.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian untuk tahun I dapat dilihat pada Gambar 5. Pada penelitian

Tahun I hanya difokuskan pada pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro *screw turbin*. Untuk penelitian Tahun ke II dilakukan pengujian prestasi atau kinerja alat dengan keluaran berupa daya keluaran listrik yang dihasilkan (lihat Gambar 6).



Gambar 4.2. Prosedur Penelitian dan Target Keluaran Pada Tahun I

Prosedur pengujian dan perhitungan yang dilakukan adalah:

1. Pengukuran laju aliran (debit) sungai.

Debit aliran pada turbin dapat dihitung dengan persamaan 5.

2. Pengukuran profil/kontur irigasi
3. Pengukuran tinggi jatuh (head)
4. Perhitungan Efisiensi turbin (η_T)
5. Perhitungan panjang turbin (m)

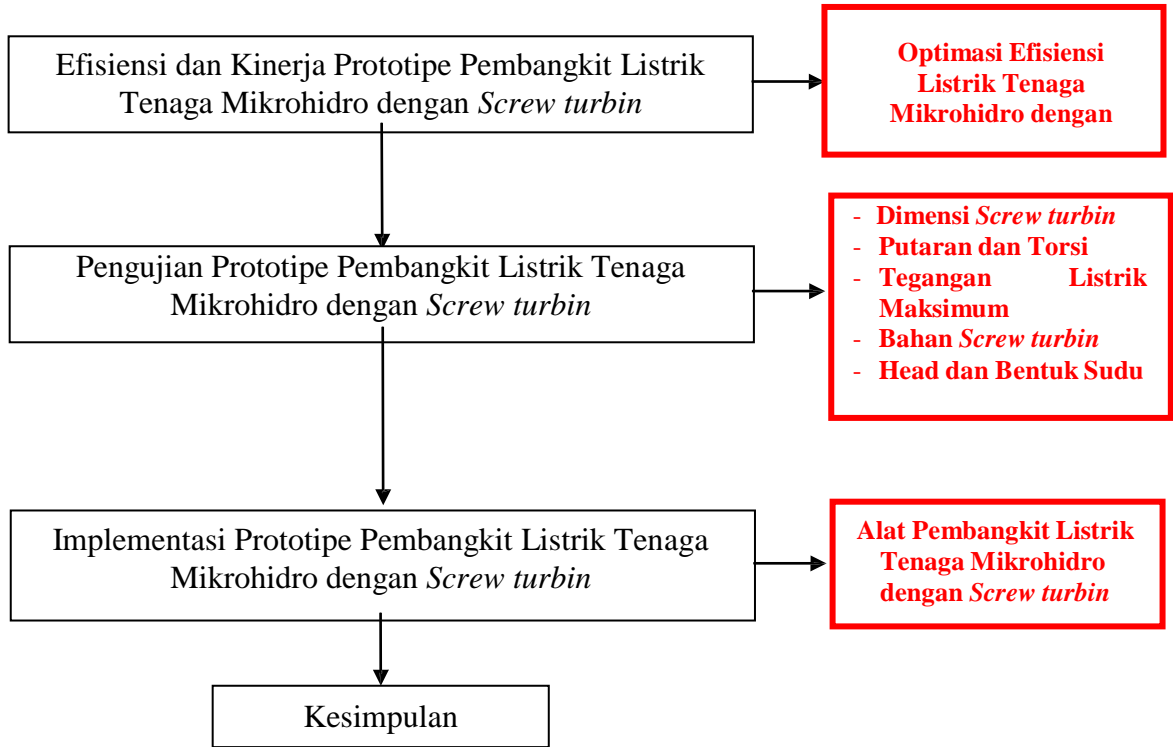
Panjang turbin dapat dihitung dengan:

$$\sin \alpha = \frac{H}{L} \dots\dots\dots(6)$$

6. Perhitungan diameter turbin (m)

Diameter turbin dihitung dengan persamaan Chezy dimana kecepatan aliran di aliran terbuka adalah:

$$V = C \cdot \sqrt{m} \cdot \sqrt{i} \dots\dots\dots(7)$$



Gambar 4.3. Prosedur Penelitian dan Target Keluaran Pada Tahun II

Dimana : *C* : konstanta Chezy

m: kedalaman rata – rata hidrolis

i : kemiringan garis energy

Berdasarkan persamaan Manning, kecepatan aliran pada aliran terbuka adalah:

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot m^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

N: konstanta kekasaran Manning.

Kapasitas aliran adalah:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot m^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} \cdot A \dots\dots\dots(9)$$

Dimana:

$$m = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(10)$$

7. Perhitungan kecepatan aliran

Pada perancangan *screw turbin* ini debit aliran yang digunakan diasumsikan 100% dan efisiensinya 90 %.

4.5. Pemilihan Material *Screw turbin*

Material yang digunakan untuk *screw turbin* adalah material komposit dan ASTM A53 untuk bahan pipa yang ada di lapangan dengan *maximum dan minimum tegangan* 205 MPa (30 ksi) dan 330 Mpa (48 ksi) dengan *elongation* 20%, dan massa jenis 7850 kg/m³.

Spesifikasi model turbin:

- a) Daya Turbin : 100 Watt
- b) Putaran Turbin : 45 rpm
- c) Head Turbin : 1 m
- d) Kapasitas aliran : 0,022 m³/s
- e) Diameter turbin : 0,167 m
- f) Material turbin baja carbon ASTM A 53

Spesifikasi Bagian Pendukung:

- a) Poros
 - Diameter Poros (ds) : 22,4 mm
 - Material poros : baja karbon konstruksi JIS G4501 S40C
- b) Pasak
 - Ukuran pasak : 10 x 8
 - Material pasak : S30C
- c) Baut
 - Baut : M10
 - Material baut : S20C

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

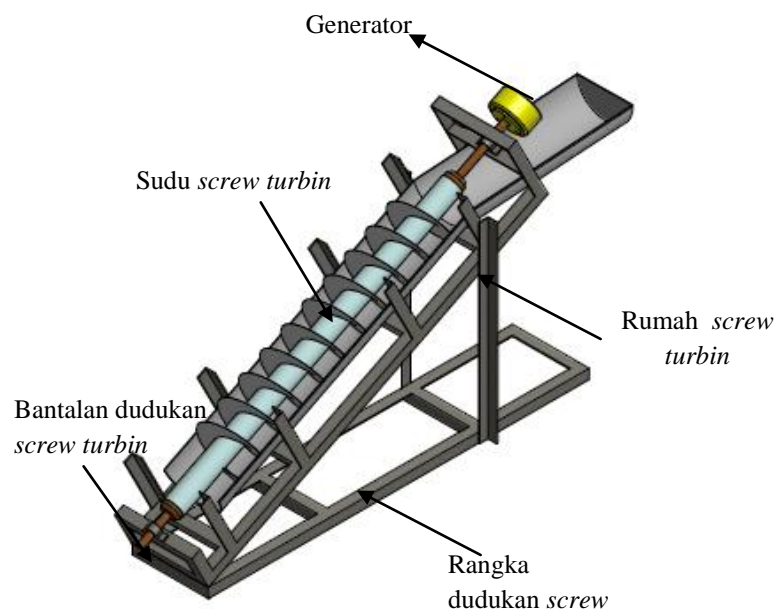
5.1. Hasil

Komponen Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

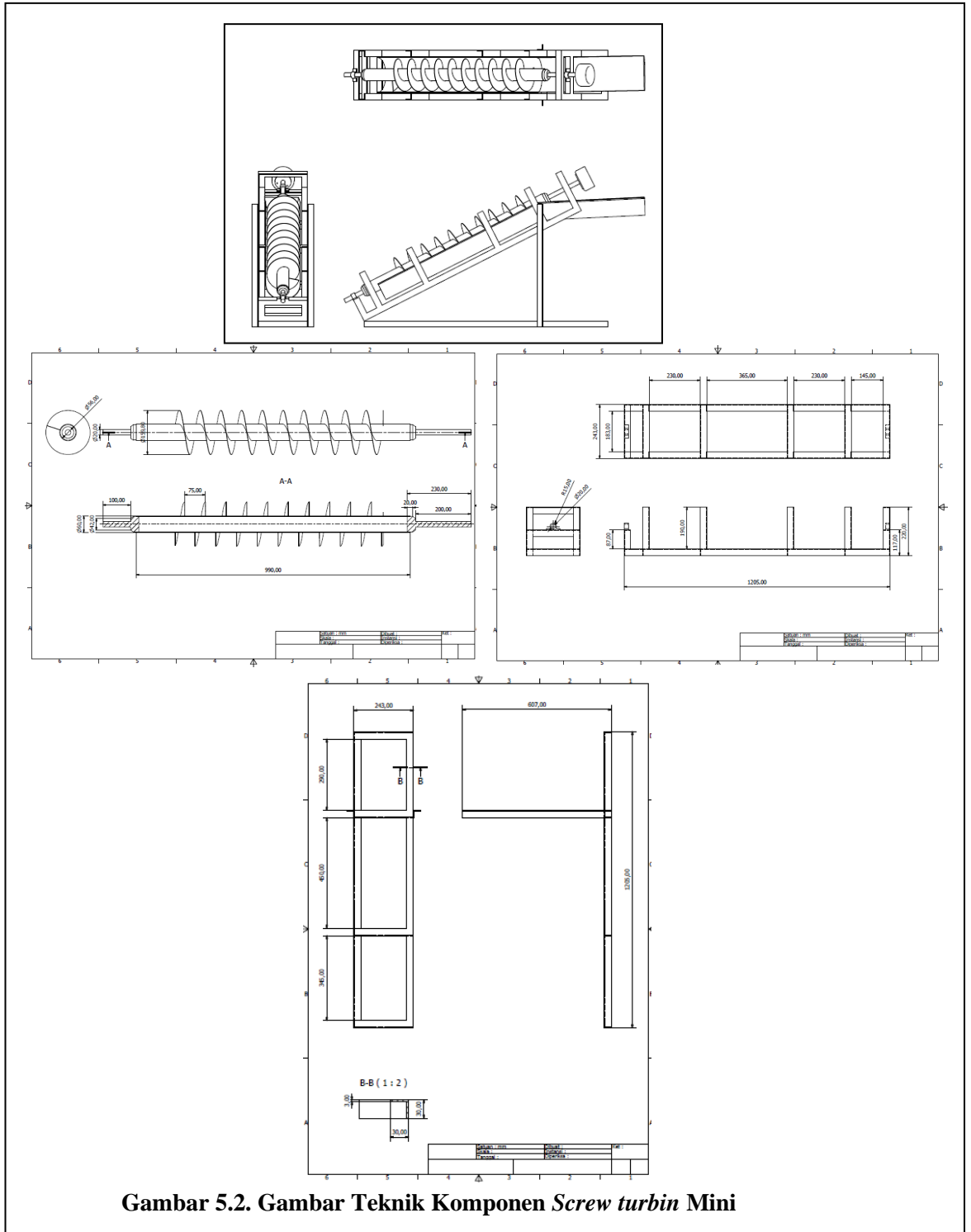
Komponen mesin pembangkit listrik tenaga mikrohidro terdiri dari komponen mekanikal dan elektrikal. Komponen mekanik meliputi *screw turbin*, rumah turbin dan kerangka dudukan rumah turbin dan komponen elektrik berupa generator. Sistem kerja penggerak mesin ini adalah dengan memanfaatkan debit aliran yang ada di sistem irigasi atau sungai kecil (lihat lampiran 1) yang mengalir dengan tinggi headnya adalah 1 m. *Screw turbin* yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Komponen prototipe mini *screw turbin* dan dimensinya dapat dilihat pada Gambar 5.2. material yang digunakan pada komponen mekanik ini adalah untuk sudu turbin terbuat dari aluminum dengan tebal 1,5 mm, poros dudukan sudu *screw turbin* dari material PVC, poros penggerak *screw turbin* dari material baja lunak, bantalan poros turbin dan rangka dudukan rumah turbin.

Komponen ini merupakan bagian mekanik dari *screw turbin* dan selanjutnya putaran yang dihasilkan akan diteruskan ke generator sehingga menghasilkan energi listrik. Besarnya putaran yang telah dihasilkan mini *screw turbin* ini adalah 273 rpm dengan tegangan listrik sebesar 74,5 Volt.



Gambar 5.1 Prototipe Mini Screw turbin



Gambar 5.2. Gambar Teknik Komponen *Screw turbin* Mini

5.1.1 Pembuatan Komponen Mekanikal Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (*Screw turbin*)

Pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro dilakukan dengan membuat komponen mekanik dan elektrik berupa *screw turbin* mini dan generator. Komponen mekanik dibuat dengan proses pemotongan, penarikan dan penyambungan. Tahapan proses pembuatan mekanik adalah:

a. Pembuatan prototype mini screw.

Komponen mekanik *screw turbin* terdiri dari sudu *screw turbin*, poros dudukan *screw turbin*, poros *screw turbin* dan bantalan serta rangka dudukan *screw turbin* (lihat Gambar 5.2). Tahapan pembuatan *screw turbin* terdiri atas:

1. Persiapan bahan untuk pembuatan komponen seperti pelat tipis (aluminium, poros, besi siku, pipa PVC dan bantalan).
2. Pembuatan *screw turbin*.

Pembuatan komponen *screw turbin* terdiri dari beberapa tahap yaitu:

- a. Pemotongan pelat tipis menjadi bentuk setengah lingkaran (Gambar 5.3a) dan dipotong pada bagian tengah pelat tipis agar bisa ditarik dan dibentuk menjadi sudu screw.
- b. Penarikan pelat tipis menjadi sudu screw dan dipasang pada poros dudukan *screw turbin* (lihat Gambar 5.3 b). Jumlah sudu *screw turbin* adalah 10 sudu dengan diameter luar sudu adalah 70.8 mm dan diameter dalam 20.8 mm.
- c. Penyambungan sudu *screw turbin* ke poros *screw turbin* dengan menggunakan lem dan baut dimana hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 5.3 c.
- d. Pembuatan rumah *screw turbin* dan rangka dudukan rumah turbin. Rumah *screw turbin* dibuat dengan proses pengerolan setengah lingkaran dan rangka dudukan rumah *screw turbin* dibuat dengan proses pengelasan. Setelah rumah *screw turbin* diroll kemudian dipasang pada rangka dudukan screw seperti terlihat pada Gambar 5.3c.
- e. Perakitan semua komponen *screw turbin* dapat dilihat Gambar 5.4.
Perakitan komponen *screw turbin* dengan komponen lain seperti bantalan (Gambar 5.3 e), dudukan poros *screw turbin* (Gambar 5.3 d) dan rangka (Gambar 5.3 f) dilakukan dengan menggunakan beberapa alat bantu

seperti kunci pas, baut dan mur. Hasil rakitan *screw turbin* dapat dilihat pada Gambar 5.4.

3. Pengujian putaran *screw turbin*.

Sebelum pengujian dengan komponen elektrik dilakukan, dilakukan pengujian putaran terlebih dahulu dengan menggunakan tachometer. Proses pengukuran dilakukan dengan memasang *screw turbin* pada rangka dudukan *screw turbin* terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 5.5. Rangkaian *screw turbin* yang akan diukur putarannya diuji dengan memberi variasi pada ketinggian dudukan rangka *screw turbin*. Ketinggiannya adalah 450 mm, 550 mm dan 650 mm dengan jumlah volume air sebesar 100 liter. Hasil pengujian diperoleh diambil putaran tertinggi dari 3 kali pengujian setiap ketinggian dudukan rangka *screw turbin* adalah 243 rpm, 273 dan 352 rpm. Putaran yang dihasilkan oleh *screw turbin* diteruskan ke generator hingga diperoleh tegangan listrik dan Arus Listrik.



a. *Screw turbin* Aluminium



b. Poros Dudukan Sudu *Screw turbin* Aluminium



c. Sudu dan Poros *Screw turbin* Aluminium



d. Poros *Screw turbin* Aluminium



e. Bantalan Poros *Screw turbin*



f. Rangka Dudukan *Screw turbin*

Gambar 5.3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Mini



Gambar 5.4 Perakitan Komponen Listrik *Screw turbin*

Dari hasil pengujian didapat :

Tabel 5.1 Pengujian PLTMH Srew Turbin I (Pertama)

Pengujian 1				
head air 15 cm				
percobaan	waktu (s)	kemiringan Posisi Turbin (cm)	panjang alas (cm)	kecepatan putaran (rpm)
lubang 1	11	39	83,5	47,9

lubang 2	10,9	44	83,5	132,4
lubang 3	10,33	49	83,5	147,9
lubang 4	9,54	53,5	83,5	165,9
lubang 5	10,13	59	83,5	141,1
lubang 6	9,2	64,5	83,5	166,5
head air 30 cm				
lubang 2	11,5	44	83,5	159,6
head air 45 cm				
lubang 2	10,85	44	83,5	135,7

5.1.2 Pembuatan Komponen Elektrikal Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Generator Sinkron)

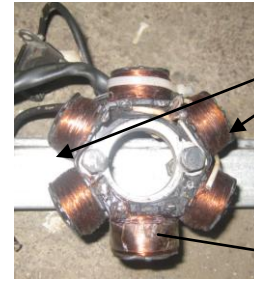
Pembuatan generator Sinkron terdiri dari magnet motor dan lilitan kumparan. Jenis magnet yang digunakan adalah magnet motor revo dan banyaknya jumlah lilitan kumparan dibuat sesuai dengan kebutuhan untuk putaran *screw turbin* yang rendah. Magnet motor revo memiliki 6 magnet dan 6 kumparan. Jumlah total lilitan kumparan keseluruhan dari 6 kumparan yang dibuat adalah 16300 lilitan. Proses pembuatan generator ini meliputi:

1. Persiapan komponen generator berupa magnet dan lilitan kumparan (lihat Gambar 5.5).
2. Pembuatan lilitan kumparan.

Jumlah lilitan kumparan yang dibuat disesuaikan dengan kondisi putaran yang dihasilkan oleh *screw turbin*. Dimana putaran maksimum *screw turbin* adalah 330 rpm. Dengan memvariasikan jumlah lilitan dan diameter kumparan akan diperoleh estimasi tegangan maksimal yang dihasilkan. Jumlah lilitan yang dibuat adalah . lilitan 1 = 4300, lilitan 2 s/d 6 = 2400 dengan diameter kumparan 0.15 mm dan untuk diameter lilitan 0.25 mm pada lilitan 1 = 2500 lilitan, lilitan 2 s/d 6 = 850 lilitan. Proses pembuatan lilitan kumparan dan jenis magnet yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.5.



a. Magnet Motor Revo



b. Lilitan Kumparan Magnet

Gambar 5.5 Magnet dan Lilitan dengan diameter 0,15 Kumparan

3. Pengujian lilitan kumparan magnet revo.

Pengujian lilitan kumparan dan magnet (lihat Gambar 5.6) dilakukan sebelum magnet dan lilitan kumparan dipasang pada *screw turbin*. Pengujian dilakukan dengan memasang magnet dan lilitan kumparan pada motor listrik kemudian diukur keluaran dari kumparan menggunakan multimeter. Setelah magnet berfungsi dan bekerja baru dipasang pada dudukan *screw turbin*. Proses pemasangan magnet dan kumparan ke *screw turbin* dapat dilihat pada Gambar 5.7. Dari hasil pengujian lilitan kumparan diperoleh tegangan untuk putaran 1400 rpm sebesar 750 Volt. Sementara untuk putaran 352 rpm diperoleh tegangan sebesar 385 Volt.



Gambar 5.6 Pengujian Lilitan Kumparan Magnet Motor Revo

Hasil Pengujian menggunakan motor sebagai penggerak dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 5.2. Pengujian menggunakan Lampu Dop 15 Watt

Putaran Generator n (rpm)	Tegangan V (Volt)	Arus I (mA)
---------------------------	-------------------	-------------

490	514	145
430	454	120
352	385	115
332	365	75
255	351	74
247	342	70
196	281	16

Tabel 5.3. Hasil Pengujian PLTMH Srew Turbin pada saat sudah dikopel dengan Generator

Saat Pengujian				
Ketinggian Dudukan Rangka	Percbaan	kemiringan Posisi Turbin (cm)	panjang alas (cm)	kecepatan putaran (rpm)
450 mm	1	53,5	83,5	241
	2			243
	3			240
550 mm	1	59	83,5	273
	2			260
	3			257
650 mm	1	64,5	83,5	352
	2			350
	3			348



Gambar 5.7 Pemasangan Magnet Motor dan Lilitan pada *Screw turbin*

5.2 Pengujian Performance *Screw turbin* dan Generator untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Setelah melakukan pengujian masing-masing komponen mekanik dan elektrik, dilanjutkan dengan pengujian performance dari *screw turbin* dengan generator yang sudah dipasang pada *screw turbin*. Komponen terpasang generator dan *screw turbin* dapat dilihat pada Gambar 5.8, dimana pada gambar terlihat bahwa generator (magnet dan lilitan kumparan) dipasang pada ujung *screw turbin*. Sehingga diperoleh jika *screw turbin* berputar maka generator ikut berputar. Besarnya putaran yang dihasilkan *screw turbin* adalah 330 rpm dan tegangannya adalah 74,5 volt. Dalam pengujian ini volume air yang digunakan adalah 100 liter dan ketinggian head 650 mm. Tegangan yang dihasilkan ini dapat menghidupkan lampu pijar 15 watt seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Komponen Terpasang *Screw turbin* dan Generator



Gambar 5.9 Tegangan yang Dihasilkan oleh Prototipe Mini *Screw turbin* dan Generator

Tabel 5.4. Hasil Pengujian *Screw Turbin* Dengan Dimensi dan Diamter Lilitan yang Berbeda

Luas Penampang Kawat (Diameter Lilitan)	Jumlah Lilitan setiap Angker	Posisi Ketinggian (Heat)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)
0,15 mm	A ₁ = 4300 lilitan	1	273	73,2	36,7
	A ₂ = 2300 lilitan				
	A ₃ = 2300 lilitan				
	A ₄ = 2300 lilitan	3	256	70	33
	A ₅ = 2300 lilitan				
	A ₆ = 2300 lilitan				

0,25 mm	$A_1 = 2500$ lilitan	1	352	47	28
	$A_2 = 850$ lilitan				
	$A_3 = 850$ lilitan				
	$A_4 = 850$ lilitan	3	241	41	25
	$A_5 = 850$ lilitan				
	$A_6 = 850$ lilitan				

5.3. Pembahasan

Pada posisi penempatan belitan didalam magnet harus sekecil mungkin celah udara, sehingga dapat membangkitkan tegangan dan arus yang lebih besar serta posisi magnet juga harus center, bila tidak center maka tegangan yang dibangkitkan kecil. Untuk itu penempatan posisi magnet, bantalan generator dan bearing harus disetting pada posisi center.

Posisi Pemasangan Generator sinkron dan bantalan poros Screw turbin seporos dan harus center, bila tidak center mengakibatkan tegangan yang dibangkitkan dan putaran tidak stabil. Hal ini berpengaruh tegangan dan arus yang dibangkitkan.

Material blade diupayakan ringan, elastis dan kokoh sehingga apabila dialiri air memiliki daya putar sangat tinggi, pada penelitian ini menghasilkan putaran 330 rpm . Komposisi material pembuatan Blade menggunakan komposit, parameter dan dimensi posisi ketinggian screw turbin terhadap rangka dudukan screw turbin, variasi jumlah blade dilakukan pada penelitian tahun kedua.

Untuk mendapatkan putaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan Screw Turbin dengan variasi ketinggian screw turbin dengan rangka dudukan screw turbin, dari hasil pengujian Putaran yang paling optimal pada ketinggian 650 mm dengan 10 Blade. Tinggi putaran yang dihasilkan sangat berpengaruh pada posisi ketinggian screw turbin terhadap rangka dudukan screw turbin semakin besar posisi ketinggian maka putaran semakin tinggi.

Konstruksi rangka dudukan screw turbin harus kokoh dan kuat hal ini mempengaruhi kepada keluaran putaran yang dihasilkan blade , bila putaran yang dihasilkan blade tidak stabil maka putaran sangat rendah. Penentuan dimensi yang sesuai pada posisi

penempatan konstruksi rangka pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan screw turbin yang tepat pada lokasi desa kemumu Bengkulu Utara akan dilakukan pada penelitian tahun kedua.

BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA (TAHUN BERIKUTNYA)

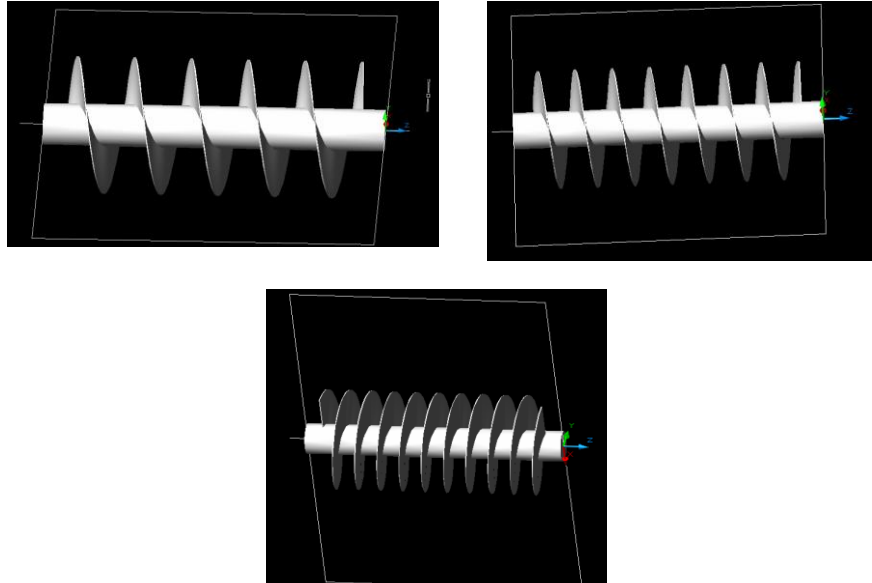
Rencana yang akan dilakukan pada tahun berikutnya berupa :

6.1. Pembuatan *Screw turbin* Skala Besar dan Analisis Pemodelan *Screw turbin* dengan Finite Element Method

Pembangkit tenaga Listrik Mikrohidro ini adalah dengan membuat produk *screw turbin* dalam rancangan besar. Dimensi dan spesifikasi material *screw turbin* yang dibuat adalah dengan menggunakan pelat baja untuk sudu turbin dengan tebal 5 mm dan 600 mm. Diameter porosudukan sudu *screw turbin* terbuat dari pipa hollow dengan diameter 165,1 mm dan panjang 1500 mm. Jumlah sudu yang diperlukan untuk panjang 1500 mm tergantung kepada jarak atau sudut kemiringan sudu yang dipasang. Pada pembuatan ini dipasang sebanyak 7 dan 5 buah sudu screw dengan jarak 185.7 mm dan 260 mm. Proses penelitiannya dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Pemodelan dan analisisnya dengan memanfaatkan finite element metode.

Proses pemodelan dilakukan untuk memudahkan dalam merancang jumlah sudu yang akan dibuat dan menghemat ongkos pembuatan. Proses pemodelan diawali dengan membuat gambar teknik 3-D dan dilanjutkan dengan membuat mesh dan elemennya. Gambar 5.10 menunjukkan gambar 3-D dan bentuk mesh dan elemen model *screw turbin* (Gambar 5.11) dengan 5, 7 dan 10 sudu *screw turbin*. Setelah mesh dan element terbentuk dilanjutkan dengan memberikan syarat batas, spesifikasi material dan fluida yang digunakan serta asumsi-asumsi yang mendukung pemodelan. Dan dilanjutkan dengan analisis aliran fluida pada *screw turbin* sehingga diperoleh estimasi putaran dari *screw turbin* yang akan dibuat.



Gambar 6.1. Pemodelan Prototipe *Screw turbin* dan Generator

2. Pembuatan dengan proses manufaktur yang meliputi proses pemotongan, penarikan, pengerolan dan pengelasan. Proses pemotongan pelat hingga berbentuk lingkaran dilakukan dengan *pressure cutting* (lihat Gambar 6.2.a). Selanjutnya bagian tengah lingkaran dipotong dengan mesin *cutting press* untuk memudahkan pembuatan menjadi *screw* dengan proses penarikan seperti ditunjukkan oleh Gambar 6.2.b. Setelah dipotong dan ditarik, *screw turbin* dipasang pada poros dudukan screw dengan proses pengelasan . Jumlah sudu screw yang dibuat adalah 7 dan 10 sudu screw (Gambar 6.3).



a. Las



b. *Pressure Cutting*

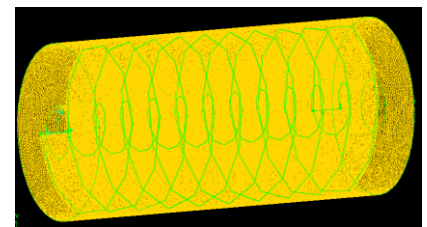
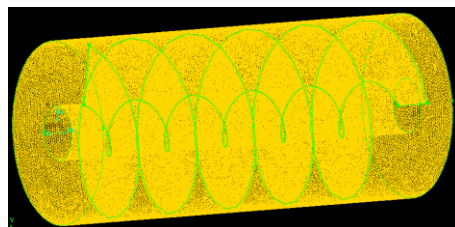
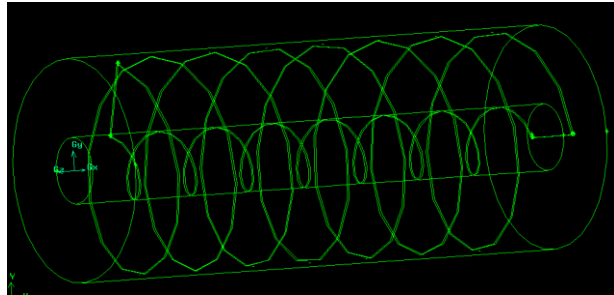
Gambar 6.2. Mesin *Pressure Cutting* dan Las

Proses manufaktur *screw turbin* dengan 5 dan 7 sudu *screw turbin* meliputi:

1. Pembuatan sudu turbin.

Pembuatan sudu turbin dilakukan dengan beberapa tahap yaitu:

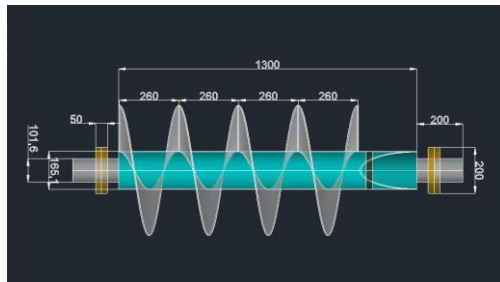
- a. Pemotongan pelat datar untuk membuat sudu *screw turbin* menjadi berbentuk lingkaran dengan menggunakan mesin pressure cutting.



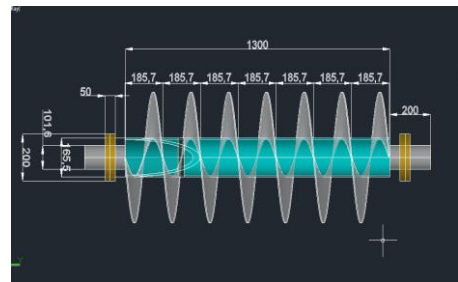
Gambar 6.3. Mesh dan Elemen Prototipe *Screw turbin* (7 dan 10 Sudu)

- b. Pemotongan sisi bagian atas sudu *screw turbin*.
 - c. Penarikan sudu *screw turbin* agar berbentuk spiral.
 - d. Penyambungan atau pengelasan setiap lempeng atau potongan sudu *screw turbin* dengan sudu lainnya.
2. Penyambungan atau pengelasan sudu turbin ke poros dudukan sudu turbin.
 3. Pembuatan poros penggerak poros dudukan sudu turbin dan pemasangan ke bantalan.
 4. Pembuatan rumah sudu turbin.
 5. Pembuatan rangka dudukan rumah turbin.
 6. Pembuatan rumah dudukan *screw turbin* dengan proses pengerolan dan dalam rumah turbin.

Hasil setelah dilakukan pemodelan menggunakan Metode FEM (Finite Element Method) dengan Variasi Dimensi Jarak Sudu Turbin dan jumlah Blade



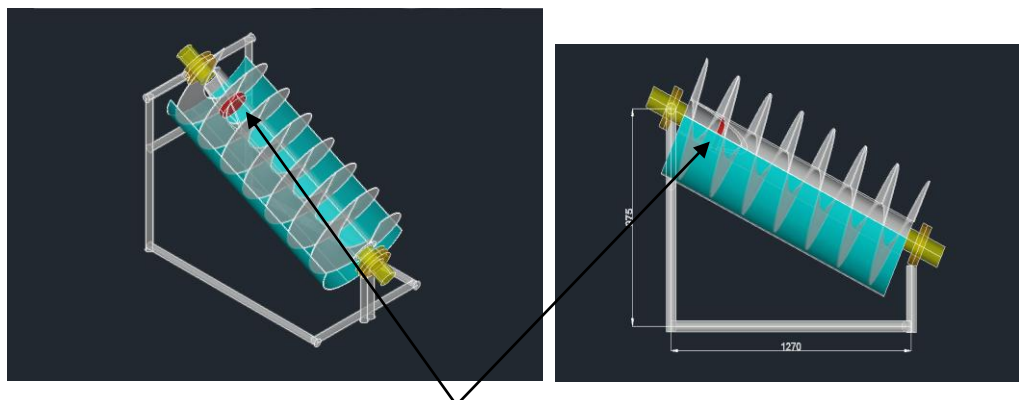
Gambar 6.4. 5 Sudu/Blade dan Poros Screw Turbin setelah pemodelan dan diestimasi dengan Metode FEM (Finite Elemen Methode)



Gambar 6.5. 7 Sudu/Blade dan Poros Screw Turbin setelah pemodelan diestimasi dengan Metode FEM (Finite Elemen Methode)

Gambar 6.4. dan Gambar 6.5. variasi dimensi dan jumlah sudu/blade yang dilakukan setelah pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan metode FEM (Finite Elemen Method) didapatkan posisi dan ukuran sesuai sehingga menghasilkan putaran yang tinggi. Sebagai parameter pembanding pembangkit listrik tenaga mikro hidro screw turbin mini yang sudah dilakukan pada penelitian ini.

6.2. Pembuatan Screw Turbin Skala Besar dengan Posisi Stator dan Rotor Generator Sinkron Berada didalam Poros Screw Turbin



Posisi stator dan rotor didalam poros screw turbin

Gambar 6.6. Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro skala Besar dengan Posisi Stator dan Rotor Generator Sinkron berada didalam Poros Screw Turbin

screw turbin dipasang pada bantalan yang terdapat diudukan atau rangka *screw*. Pada pembuatan *Screw Turbin skala Besar* pemasangan Rotor dan stator generator sinkron ditempatkan seporos dengan Turbin screw berada didalam poros Screw turbin. Pemasangan dan penempatan rotor dan stator generator sinkron didalam poros screw turbin membuat posisi tepat center seperti ditunjukkan pada gambar 6.6. Posisi center antara poros screw turbin rotor dan stator generator sinkron mendapatkan putaran yang tinggi dan menghasilkan tegangan dan arus yang besar.

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang sudah dilakukan :

1. Prototipe mini dari *screw turbin* dibuat dengan material sederhana seperti aluminum dan pipa PVC sebagai poros dudukan sudu screw aluminum. Prototipe ini diperoleh putaran *screw turbin* sebesar 273 RPM dengan tegangan listrik sebesar 74,5 volt dengan beban lampu pijar sebesar 15 watt.
2. Pembuatan pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan Screw Turbin yang seporos dengan generator sinkron skala kecil menghasilkan tegangan yang dibangkitkan sebesar 514 volt.
3. Posisi center poros screw turbin dengan generator sinkron (stator dan rotor) Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan Srew turbin berpengaruh besar terhadap putaran yang dihasilkan. Putaran yang dihasilkan poros srew turbin akan membangkitkan tegangan dan arus yang besar dari generator sinkron.

7.2. Saran

Saran yang disampaikan dalam penelitian ini:

1. Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan Screw turbin harus diperhatikan material untuk poros dan sudu srew turbin yang digunakan harus diupayakan ringan, kokoh dan elastis.
2. Penempatan sudu ke poros turbin screw harus dipastikan benar-benar rekat dan lengket, dorongan air yang deras akan mengakibatkan sudu akan terlepas dari poros screw turbin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumar, R. K and David Ian, *Hydro Power Generation From Domestic Water Supply System and Development of Dynamic Flow Modelling*, International Journal and Electornics Engineering Research (IJEEER), ISSN 2250=155X, Vol. 2, Issue 3 Sept 2012, 94-105
- [2] Suprpto, **Metode Analisis Energi Sistem Pembangkit Listrik**, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir Vol. 2, No.1 Maret 2000, 43-50
- [3] Damastuti, A. P., **Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro**, WACANA, No. 8/ Mei-Juni 1997.
- [4] Muller, G., *Simplified Theory of Archimedean Screws*, Journal of Hydraulic Research, Vol. 47, No. 5 (2009), pp. 666-669, doi:10.3826/jhr.2009.3475.
- [5] Rorres, C., *The Turn of The Screw: Optimal Design of An Archimedes Screw*, Journal of Hidraulic Engineering, January 2000, pp. 72-80.
- [6] Havendry, A., **"Perancangan dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archimedean Turbine) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Head Rendah di Indonesia"**, TeknikA, 2009, Vol. 2, No. 31, Tahun XVI, Hal. 1-7.
- [7] Subekti, R., A., **Survey Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kuta Malaka Kabuapten Aceh besar Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam**, Journal of Mechatronics, ElectricalPower and Vehicular Technology, Vol. 01, N0.1, 2010, ISSN. 2087-3379,
- [8] Gudukeya, L. And Madanhire, I., *Efficiency Improvement of Pelton Wheel and Cross Flow Turbines in Micro-Hydro Power Plants: Case Study*, International Journal of Engineering and Cmputer Science ISSN: 2319-7242, Vol. 2 Issue 2, February 2013, PP. 416-432.
- [9] Sularso dan Suga, K., **"Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin"**, 1987, Pradnya Paramita.
- [10] Haris Munandar, W., **"Penggerak Mula Turbin"**, 1998, Bandung, ITB Press.
- [11] Spotts, M., F., **"Design of Machine Elements"**, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [12] White, F., M., **"Fluids Mechanics"**, Mekanika Zalir, 1986, Jakarta, Erlangga.

- [13] Dietzel, Fritz., **"Turbin, Pompa dan Kompresor"**, 1990, Jakarta, Erlangga.
- [14] Nieman, G., **"Machine Elements Vol. 2"**, 1978, New York, Springer-Verlag.
- [15] Linsley, R., K., **"Teknik Sumber Daya Air"**, 1991, Jakarta, Erlangga.
- [16] Angraini, I., Et. al., **"Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Pemanfaatan Potensi Air di Desa Benteng Besi Kabupaten Lebong Propinsi Bengkulu"**, 2012, Jurnal Amplifier, Vol. 2 No.1.
- [17] Jatmiko, Et. Al., **"Pemanfaatan Pemandian Umum untuk Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro menggunakan Kincir Tipe *Overshot*"**, Jurnal Emitor, Vol. 12 No. 01 ISSN 1411-8890.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Air yang akan dimanfaatkan untuk Mikrohidro Mini Srew Pump.



Debit Aliran Sungai/Irigasi

Lampiran 2. Seminar International yang dilaksanakan di Phuket Thailand



CONTRIBUTING AUTHOR COPYRIGHT RELEASE FORM

As author of the chapter/contribution titled *Manufacture of Screw Turbine and Placement of the Generator in the Screw Turbine Shaft Used for Small-scale of Micro Hydro Electrical Generating*

to appear in the *Proceedings of the 2014 International Conference on Mechanical Design, Manufacture and Automation Engineering (MDMAE2014)* CD-ROM, I hereby agree to the following:

1. To grant to DEStech Publications, Inc., 439 North Duke Street, Lancaster, PA, 17602, copyright of the above named chapter/contribution (for U.S. Government employees to the extent transferable), in print, electronic, and online formats. However, the undersigned reserve the following:
 - a. All proprietary rights other than copyright, such as patent rights.
 - b. The right to use all or part of this article in future works.DEStech Publications thereby retains full and exclusive right to publish, market, and sell this material in any and all editions, in the English language or otherwise.
2. I warrant to DEStech Publications, Inc., that I am the (an) author of the above-named chapter/contribution and that I am the (a) copyright holder of the above-named chapter/contribution granted to DEStech Publications, Inc.
3. I warrant that, where necessary and required, I have obtained written permission for the use of any and all copyrighted materials used in the above-named chapter/contribution. I understand that I am responsible for all costs of gaining written permission for use of copyrighted materials.
4. I agree to assume full liability to DEStech Publications, Inc. and its licensee, and to hold DEStech Publications, Inc. harmless for any claim or suit filed against DEStech Publications, Inc. for violation of copyrighted material used in the above-named contribution.

Please sign and date this form and retain a copy for your records. Please include original form with your chapter/paper.

Thank you for your cooperation.

Please print name: **ANIZAR INDRIANI ST.MT, DR.Eng HENDRA,ST.MT**

Signed: _____ Dated: 28 November 2013

Manufacture of Screw Turbine and Placement of the Generator in the Screw Turbine Shaft Used for Small-scale of Micro Hydro Electrical Generating

Anizar Indriani ^{1,a,*} and Hendra ^{2,b}

¹ Electrical Engineering Dept University of Bengkulu, Indonesia

² Mechanical Engineering Dept University of Bengkulu, Indonesia

h7f1973@yahoo.com, aniz_raimin@yahoo.com

Phone: +62-823 9186 9866

Keywords: Micro-hydro, Screw Turbine, Water, Generator

Abstract. Screw turbine was developed as alternative micro-hydro power plants. Its working principle is to use the river or irrigation with low discharge. The water flows into the turbine will drive the blades of screw turbine to rotate. Rotation of screw turbine will be forwarded to generator for converted into electrical energy. In this paper we will focus on the manufacturing process for small -scale of screw turbine to generate electricity voltage. Manufacturing process of screw turbine component as micro-hydro power plant consists of two components such as mechanical and electrical components. Mechanical components consist of a screw turbine, home of turbine screw, shaft of turbine and bearings. The manufacturing process includes the cutting plate process, drawing process and joining. Electrical component is a generator with the rotor (magnets) and the stator (coil) and then assembly the mechanical and electrical components. After the assembled all component then followed performance testing of the screw turbine and generator. From the manufacturing process of screw turbine and generator are obtained the results of rotation and electric voltage.

Introduction

Demand of requirement of current electrical energy are increase with the high growth of the community and the equipment used electrical energy, such as electricity for housing, electricity for transportation (electric rail), household appliances and etc. Electrical energy can be generated by power plants like hydroelectric power plant [1, 2], steam power plants, diesel power plants, solar power plants, and wind power plants and nuclear. A resource of energy for diesel power plants is decreased such as petroleum and also for steam power plants having some disadvantages such as expensive and environmentally unfriendly. This encourages people to searching for sources of energy and technologies of power generating alternative as generating

power electric such as hydro, solar, and wind powers. For cultivate this energy source is require some equipment such as solar cell, water turbines and windmills.

Technology and equipment of generating power electric has been developed on a small scale and large to produce the electric voltage by using the energy water sources. Large-scale generating power electric produce the hundreds of thousands of megawatts with using large area and concentrated field such as lake or dam. For small-scale electric power can be obtained by utilizing a small area, discharge and head low. For examples is screw turbine[3,4] where as can be used for small area, decentralized and also source of the water obtained from the flow of the river and irrigation.

For areas that have a river or stream irrigation by using of screw turbine engines are very useful as power plants. Micro-hydro power plants with a screw turbine can be made by a simple manufacturing process includes cutting process, drawing, joining and assembly.

Focused in this study is on the process of manufacturing process a component of micro- hydro power plants by a small -scale screw turbine mechanism with output rotation is 330 rpm. Power plant machine is expected to be used by the community in meeting the needs of a stable electrical energy.

Methodology Manufacture and Testing of Micro Hydro Power Plant with Screw Turbine

Micro- hydro power plants by utilizing screw turbine consists of two parts or components, namely:

1. Mechanical components which consist of a blade screw turbine and shaft, the screw turbine, shaft and bearings.
2. Electrical components as generator of electric which consists of a rotor and stator.

Component of micro hydro power plant with screw turbine includes:

1. Mechanical component of micro-hydro power plant

Mechanical components micro hydro power plant consists of blade of screw turbine, housing turbine and frame holder of screw turbine. Screw turbine is rotated by water flow from irrigation or Small River that flows from height of head water about 1 meter or more. The component of screw turbines are shown in Fig. 1 and Fig. 2 show the dimension of screw turbine. Blade of screw turbine made of aluminum with a thickness of 1.5 mm, shaft of screw turbine from PVC material. Material of shaft and frame of holder screw turbine are steel and iron for turbine house as shown in Fig. 3.

2. Electrical components of micro hydro power plant

Electrical components that used is a generator that functioning to convert the mechanical energy of the mechanical components (screw turbine) into electrical energy. Component generator consists of rotor and stator as shown in Figs. 3g and 3h.

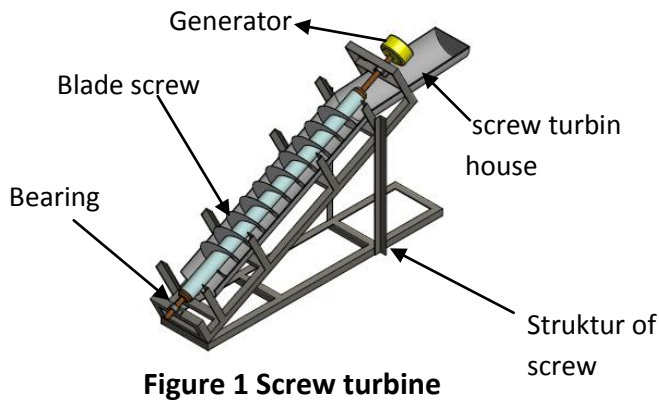


Figure 1 Screw turbine

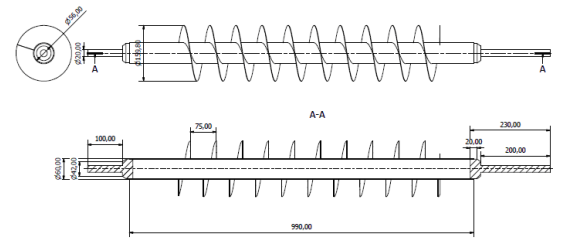


Figure 2 Dimension of Screw turbine

Manufacture of mechanical components of micro hydro power plant (Screw turbine)

Manufacture process of micro-hydro power plants is done by making a screw turbine as a mechanical component. Stages of manufacture process of screw turbine consist of:

1. Preparation of materials component for the manufacture such as plate (aluminum, shaft, PVC pipes and bearings).
2. Manufacture of screw turbine.

Manufacture of screw turbine component consists of several steps:

- a. Cutting thin plate to form a circle and cutting of the half of upper circle parts to be molded into the blade screw with the drawing process.
 - b. The process of forming screw blade with drawing blade is made with a 10 blade of screw turbine where as outer diameter of blade of screw turbine is 70.8 mm and inner diameter is 20.8 mm.
 - c. Joining blade of screw turbine to shaft turbine.
 - d. Manufacture of screw turbine house with rolling and welding processes.
 - e. Assembling the entire components screw turbine.
3. Rotation testing of mechanical components of screw turbine.

The resulting of rotation testing is done by flowing water to rotate screw turbines and measured by tachometer. Rotation was measured by making a variation in height of the base frame screw turbine such as 450 mm, 550 mm and 650 mm with a total volume of water are 1 gallon and 100 liters.



a. Blade of Screw



b. Shaft of blade Screw



c. blade and shaft of screw



d. Shaft of Screw



e. Bearing



f. Structure of screw



g. Rotor of



h. Stator of

Figure 3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Mini

Electrical component manufacturing micro hydro power plant (generator)

The resulting of electrical component is composed of generator where as consisting of stator and rotor. Rotor is part of generator that contains the magnet while stator contains the coil windings. Number of magnets used in rotor and stator is 6 magnet and 6 coil windings. Manufacturing process of generators includes:

1. Preparation generator components such as magnet rotor and coil windings stator.
2. Manufacture and testing of coil windings.

Number of coil windings is made according to the conditions generated by rotation of screw turbine. Testing of coil windings and magnet performed with the electric motor before the magnet and coil windings mount on a screw turbine and then electric motor output of the coil windings is measured using a Multimeter. After performance testing of coil windings and magnet followed by mounting of magnet and coil windings on the frame holder of screw turbine. The installation of magnets and coil windings to screw turbine are shown in Fig. 5. Results show that rotation of coil windings at 1400 rpm produced the voltage of 750 volts. While for 270 rpm rotation obtained voltage is 70 volts.

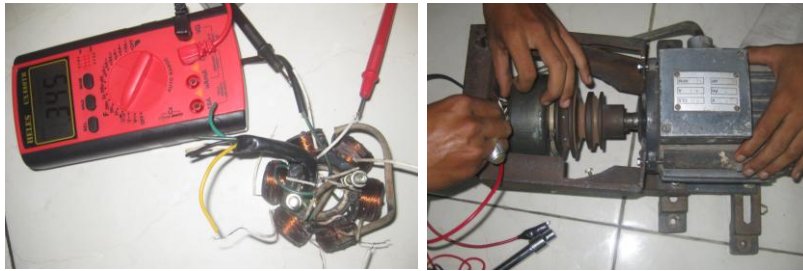


Figure 4. Testing of Magnet Function by Motor



Figure 5. Assembly of Magnet Motor on Screw Turbine

Results of Performance Screw Turbine Machine for Generating Electrical Micro Hydro Power

Performance of screw turbine depends on the volume of water flow and height head of water. When the volume of water flow and height head is big then the rotation of screw turbine becomes high. This is due to the contact area become large on blade of screw turbine and pressure the blade to move rotate. Results of measurement rotation of screw turbine are shown in Table 1. Table 1 and Fig. 6 shows that the highest rotation appears at the 650 mm of height head with volume of water 19 liters are 166.5 rpm. For height head 450 mm obtained the rotation of generated is 134 rpm. Results for volume of water 100 liters with a height of 650 mm obtained by rotation of 330 rpm and 450 mm at the head of 165 rpm. The result shows that the height head affects the rotation as for screw turbine with small dimension is obtained 165 rpm, 268 and 330 rpm.

Table 1. Rotation and head of screw turbine with volume of water 19 and 100 liters

Volume	Head (mm)	Putaran (rpm)	Volume	Head (mm)	Putaran (rpm)
19 l	450	134	100 l	450	165

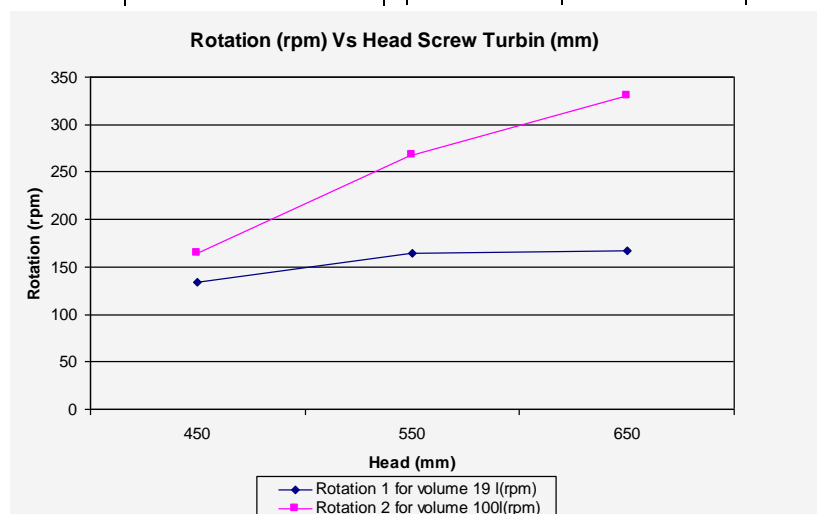


Figure 6. Rotation and head of screw turbine with volume of water 19 and 100 liters

Conclusion

The conclusions are given as following:

1. Performance of screw turbine depends on the volume of water flow and height head of water. When the volume of water flow and height head is big then the rotation of screw turbine becomes high. This is due to the contact area become large on blade of screw turbine and pressure the blade to move rotate.
2. Results of measurement rotation of screw turbine show the maximum value of rotation appear at the 650 mm of height head of water on 19 and 100 liters volume of water flow.
3. In this paper, manufacture of screw turbine with small dimension can be producing the rotation about 330 rpm.

Acknowledgement

This research was financially supported by the Ministry of Education and Culture Republic Indonesia.

References

- [1] Gudukeya, L. And Madanhire, I., ***Efficiency Improvement of Pelton Wheel and Cross Flow Turbines in Micro-Hydro Power Plants: Case Study***, International Journal of Engineering and Computer Science ISSN: 2319-7242, Vol. 2 Issue 2, February 2013, pp. 416-432.
- [2] Kumar, R. K and David Ian, ***Hydro Power Generation From Domestic Water Supply System and Development of Dynamic Flow Modeling***, International Journal and Electronics Engineering Research (IJEEER), ISSN 2250-155X, Vol. 2, Issue 3 Sept 2012, pp. 94-105
- [3] Rorres, C., ***The Turn of The Screw: Optimal Design of An Archimedes Screw***, Journal of Hydraulic Engineering, January 2000, pp. 72-80.
- [4] Muller, G., ***Simplified Theory of Archimedean Screws***, Journal of Hydraulic Research, Vol. 47, No. 5 (2009), pp. 666-669, doi:10.3826/jhr.2009.3475.

Lampiran 3. Seminar Nasional SNTTM XII Universitas Lampung Bandar Lampung

Design dan Manufacturing Screw Turbin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Kecil

Anizar Indriani¹, Hendra²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

aniz_raimin@yahoo.com

abstrak

Kelangkaan minyak bumi mengakibatkan peralatan atau mesin pengguna bahan bakar minyak bumi mengalami kesulitan dalam mendapatkan pasokan sehingga operasi atau kerja mesin menjadi terganggu dan selain itu harga bahan bakar minyak menjadi mahal. Kelangkaan bahan bakar ini menyebabkan adanya pencarian sumber alternatif baru seperti pemanfaatan sumber tenaga angin, surya, air dan gelombang laut. Sistem pembangkit listrik selama ini banyak menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber penggerak komponen mesinnya seperti turbin dan generator. Selain pembangkit listrik bahan bakar minyak juga banyak digunakan pada bidang otomotif, rumah tangga, dan industri. Keterbatasan pasokan bahan bakar minyak menyebabkan kerja atau penggunaan mesin-mesin menjadi tidak efektif. Hal ini dapat dilihat pada beberapa daerah adanya pemadaman bergilir atau tegangan listrik yang dihasilkan tidak stabil. Dampak yang muncul akibat pemadaman listrik bergilir dan tegangan yang tidak stabil adalah banyak mesin-mesin atau komponen-komponen elektronik yang menggunakan tegangan listrik sebagai sumber tegangan menjadi rusak. Untuk menanggulangi kekurangan pasokan dan ketergantungan pada bahan bakar minyak maka dikembangkan sistem pembangkit listrik mikrohidro, pembangkit listrik tenaga angin dan lainnya. Untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro komponen yang berpengaruh pada performance pembangkitnya adalah turbin. Desain turbin sangat besar pengaruhnya terhadap hasil tegangan yang dihasilkan. Desain turbin yang sudah dikembangkan oleh beberapa tempat adalah desain *screw* turbin karena konstruksi yang sederhana, ramah lingkungan dan dapat dioperasikan pada head yang rendah. Untuk menganalisis pengaruh desain *screw* turbin terhadap performance pembangkit listrik tenaga mikrohidro maka di rancang dan dibuat desain *screw* turbin dengan finite volume method dan selanjutnya proses manufakturnya dibuat dengan beberapa tahapan seperti pemotongan pelat, penarikan dan pengelasan. Selanjutnya *diassembly* dengan komponen lain (generator) agar menghasilkan tenaga listrik dan pengujian desain dan manufaktur *screw* turbin. Dari hasil pengujian dapat dianalisis pengaruh desain *screw* turbin terhadap performan pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala kecil.

Keywords: *Screw* Turbin, Generator, Manufaktur, *Finite Volume Method*, Tegangan Listrik

Pendahuluan

Turbin^{[1][2]} merupakan komponen mesin yang dapat menghasilkan energi listrik dengan bantuan generator. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan energi potensial air^{[1][3]} yang diubah menjadi energi kinetik melalui komponen sudu atau impeler. Gerakan sudu atau impeler akan membuat poros penghubung berputar dan menggerakkan generator. Gerak berputar poros akan diubah menjadi energi listrik di generator melalui lilitan magnet atau kumparan yang ada didalam generator. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh generator tergantung pada putaran yang dihasilkan oleh turbin.

Kinerja turbin dipengaruhi oleh beberapa komponen seperti tinggi jatuh air (head), debit dan jenis turbin yang digunakan (turbin Kaplan, Pelton^[4], *screw* dan lainnya).

Screw turbin^{[1][5][6][7]} termasuk dalam jenis turbin yang menggunakan air sebagai penggerak.

Air yang masuk ke dalam *screw* turbin akan memutar *screw* menuju bagian luar turbin. Putaran *screw* turbin menyebabkan poros penghubung ikut bergerak berputar. Putaran yang dihasilkan oleh *screw* turbin melalui poros penghubung akan diubah oleh generator menjadi energi listrik. Besarnya putaran yang dihasilkan oleh *screw* turbin selain dipengaruhi oleh tinggi jatuh air dan debit juga dipengaruhi oleh komponen *screw* turbin seperti jumlah sudu *screw*, jarak *screw* dan kemiringan *screw*.

Dalam tulisan ini difokuskan pada desain dan proses manufaktur *screw* turbin agar menghasilkan putaran yang maksimal. Proses desain dimulai dengan pembuatan model menggunakan metode elemen hingga dan manufaktur dilakukan dengan proses pembuatan *screw* turbin meliputi pemotongan, penarikan dan penyambungan (pengelasan). Dengan mengetahui desain dan proses manufaktur *screw* turbin akan dapat mengestimasi putaran maksimal yang dihasilkan *screw* turbin dan menghemat ongkos

produksi.

Metodologi Desain dan Manufaktur *Screw* Turbin

Desain *screw* turbin dibuat dengan metode elemen hingga. Desain *screw* turbin dibuat berdasarkan jumlah sudu *screw* dan jarak antara pitch *screw*. Bentuk dan jumlah sudu *screw* dapat dilihat pada Gambar 1. Dimana pada Gambar 1 terlihat jumlah sudu yang didesain adalah 5, 7 dan 10 sudu *screw*. Pada Gambar 1 ditunjukkan desain model untuk prototipe *screw* turbin.

Saat ini dibuat *screw* turbin mini yang memiliki dimensi poros dukungan *screw* dengan panjang 1,0 m, diameter luar 0.0708 m dan jumlah sudu sebanyak 10 sudu. Jarak antara satu sudu *screw* dengan sudu *screw* lainnya adalah 0,07 m. Panjang total *screw* turbin adalah 1,5 m. Material sudu *screw* dibuat dari plat aluminium dan porosnya dari pipa PVC dengan diameter 0,0208 m. Pada ujung poros *screw* turbin dipasang poros as penghubung ke generator dengan dimensi diameter poros as *screw* turbin adalah 0.0127 m..

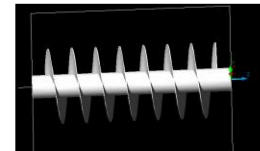
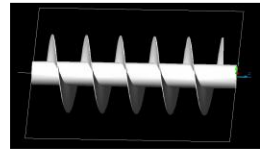
Untuk prototipe *screw* turbin di buat dengan spesifikasi *screw* turbinnya adalah panjang 1,5 m, diameter luar *screw* turbin 0.6 m dan jarak antara sudu *screw* 0.26 m dan 0,1857 m. Material sudu dan poros adalah steel.

Proses manufaktur *screw* turbin dilakukan dengan menggunakan beberapa proses seperti pemotongan pelat, penarikan dan pengelasan. Proses pembuatan *screw* turbin dan tahap pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan sudu *screw* turbin dengan proses pemotongan pelat aluminium dengan tebal 0.0015 m menjadi bentuk lingkaran dengan diameter luar 0.0708 m dan diameter dalam 0,0208 m (lihat Gambar 2). Setelah dipotong dilakukan penarikan dan pemasangan sudu *screw* turbin pada poros dukungan *screw* turbin (proses keling dan lem).
2. Pipa PVC untuk dukungan sudu *screw* turbin dengan diameter 0,0208 m dan panjang 1,0 m (lihat Gambar 3).
3. Pembuatan dukungan poros as *screw* turbin untuk pemasangan pada bantalan dengan diameter poros as 0.0127 m seperti terlihat pada Gambar 4 dengan proses bubut.
4. Pembuatan konstruksi dukungan *screw* turbin dengan proses pengelasan. Gambar dukungan *screw* turbin dapat dilihat pada Gambar 5.
5. Pemasangan bantalan pada konstruksi dukungan *screw* turbin (lihat Gambar 6).

Alat-alat yang digunakan dalam proses desain *screw* turbin ini adalah:

1. Mesin potong pelat.
2. Mesin bubut.
3. Mesin las.



a. 5 Sudu *Screw* Turbin b. 7 Sudu *Screw* Turbin

Gambar 1. Bentuk dan Jumlah Sudu *Screw* Turbin

Untuk proses pengujian alat yang digunakan adalah:

1. Model *screw* turbin mini seperti ditunjukkan pada Gambar 6.
2. Tachometer untuk mengukur putaran yang dihasilkan.
3. Stopwatch
4. Busur untuk mengukur kemiringan dukungan *screw* turbin. Kemiringan pemasangan *screw* turbin berdasarkan tinggi bagian atas *screw* turbin yaitu 0.4 m hingga 0.65 m.
5. Mistar untuk mengukur ketinggian jatuh air.



Gambar 2. Sudu *Screw* Turbin



Gambar 3. Dudukan Poros Sudu *Screw* Turbin



Gambar 4. Poros As *Screw* Turbin



Gambar 5. Bantalan *Screw* Turbin



Gambar 6. Konstruksi *Screw* Turbin

Proses pengambilan data adalah:

1. *Screw* turbin dipasang pada ketinggian kemiringan 0,4 m hingga 0.65 m.

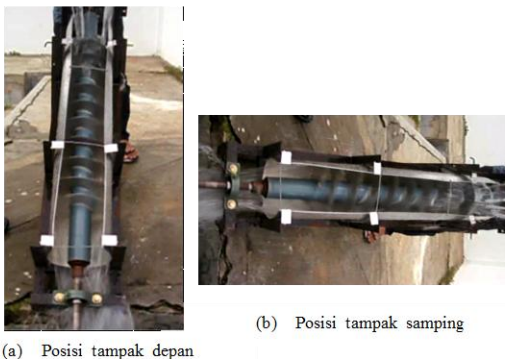
- 1.
2. Air dialirkan dari ketinggian 0,2 m hingga 0,4 m hingga jatuh ke sudu *screw* dan membuat *screw* bergerak secara rotasi.
3. Putaran dari *screw* turbin diukur dengan menggunakan tachometer.

Hasil dan Pembahasan

Hasil desain dan manufaktur *screw* turbin mini dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar terlihat posisi pemasangan *screw* turbin dimana pada saat pengujian ketinggian kemiringan *screw* turbin digunakan untuk mendapatkan putaran *screw* turbin. Putaran yang dihasilkan oleh *screw* turbin akan diteruskan ke generator sehingga diperoleh tegangan listrik.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, dimana pada tabel terlihat bahwa putaran *screw* turbin yang diperoleh akan semakin besar dengan tingginya posisi kemiringan posisi *screw* turbin. Pada Tabel 1 terlihat bahwa putaran tertinggi adalah 166 rpm pada ketinggian kemiringan 0.65 m. Untuk ketinggian kemiringan 0.4 m putaran yang diperoleh adalah 47,9 rpm.

Hubungan antara ketinggian kemiringan dan putaran *screw* turbin dapat dilihat pada Gambar 8. Dimana pada Gambar 8 terlihat semakin tinggi kemiringan *screw* turbin maka putaran yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kemiringan posisi *screw* turbin akan diikuti oleh kenaikan putaran. Ketinggian kemiringan akan menyebabkan kontak antara *screw* turbin dan titik jatuh air semakin besar sehingga mendorong *screw* turbin untuk berputar lebih cepat. Pengujian terbalik juga dilakukan untuk melihat perbedaan hasil yang diperoleh. Dari pengujian terbalik diperoleh putaran sebesar 159,6 rpm untuk ketinggian kemiringan 0.65 m. Putaran terendah terdapat pada ketinggian 0.45 m sebesar 133 rpm.



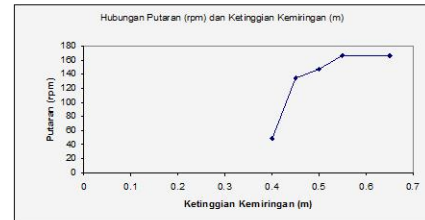
(a) Posisi tampak depan

(b) Posisi tampak samping

Gambar 7. Desain dan Manufaktur *Screw* Turbin

Tabel 1. Hasil Pengujian Putaran *Screw* Turbin

No.	Tinggi Kemiringan (m)	Putaran (rpm)
1.	0.4	47.9
2.	0.45	134
3.	0.5	147
4.	0.55	165.9
5.	0.65	166.5



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Ketinggian Kemiringan dan Putaran *Screw* Turbin

Kesimpulan

Dari hasil desain dan manufaktur *screw* turbin dapat diperoleh kesimpulan yaitu bentuk desain *screw* dapat mempengaruhi kinerja *screw* turbin seperti jumlah sudu, jarak sudu dan kemiringannya. Dan dari pengujian didapatkan bahwa putaran akan semakin meningkat dengan adanya kenaikan tinggi kemiringan *screw* turbin.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini disponsori dari dana Penelitian Unggulan BOPTN DIKTI

Referensi

- [1] Kumar, R. K and David Ian, *Hydro Power Generation From Domestic Water Supply System and Development of Dynamic Flow Modeling*, International Journal and Electronics Engineering Research (IJEEER), ISSN 2250-155X, Vol. 2, Issue 3 Sept, 94-105, (2012).
- [2] Damastuti, A. P., *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*, WACANA, No. 8/ Mei-Juni (1997).
- [3] Angraini, I., Et. al., "Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Pemanfaatan Potensi Air di Desa Benteng Besi Kabupaten Lebong Propinsi Bengkulu", *Jurnal Amplifier*, Vol. 2 No.1, (2012).
- [4] Gudukeya, L. And Madanhire, I., *Efficiency Improvement of Pelton Wheel and Cross Flow Turbines in Micro-Hydro Power Plants: Case Study*, International Journal of Engineering and Computer Science ISSN: 2319-7242, Vol. 2 Issue 2, February

February (2013), PP. 416-432.

- 5] Havendry, A., "Perancangan dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type *Screw* (Archimedean Turbine) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Head Rendah di Indonesia", *TeknikA*, Vol. 2, No. 31, Tahun XVI, Hal. 1-7, (2009).
- 6] Muller, G., *Simplified Theory of Archimedean Screws*, *Journal of Hydraulic Research*, Vol. 47, No. 4, pp. 666-669, doi: 10.3826/jhr.2009, 3475, (2009).
- 7] Torres, C., *The Turn of The Screw: Optimal Design of An Archimedes Screw*, *Journal of Hydraulic Engineering*, January, pp. 72-80, (2000).



BULETIN ABSTRAK

SEMINAR NASIONAL XII TAHUNAN TEKNIK MESIN XII

Tema :
*“Peran Riset Teknik Mesin
Dalam Membangun Daya Saing dan
Kemandirian Bangsa”*



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG

Sponsored By:



AUTODESK

Sugar Group
Companies



TEKNO
LOGIKA

Esindo



Kawan Lama
A Commercial & Industrial Supply Company



Sahabat Motor



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG



SNTTM XII

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII

SERTIFIKAT

Diberikan kepada:
Anizar Indriani
sebagai:
PEMAKALAH

pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XII
dengan tema "Peran Riset Teknik Mesin Dalam Membangun Daya Saing
dan Kemandirian Bangsa" di Universitas Lampung tanggal 23 - 24 Oktober 2013

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung


Dr. Y. Lusmeilia Afriani, DEA
NIP. 196505101993032008


Ketua Pelaksana
Bandar Lampung, 24 Oktober 2013
NIP. 197002021998031004

LAMPIRAN 4. ALOKASI BIAYA

Tahun I (Pertama)

No	Komponen Biaya	Komponen Anggaran Biaya			
		Volume	Biaya Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
1	Gaji Dan Upah				
	Peneliti Utama	240	(30 Jam/ Bulan X 8 Bln)	25000	6000000
	Anggota Peneliti (6 Orang)	1200	(6 Org Anggota X 25 Jam/Bulan X 8 Bln)	10000	12000000
	Tenaga Administrasi	8	Bulan	150000	1200000
	Teknisi Perakit Alat	80	Oh	20000	1600000
	Teknisi Pemodelan Alat	80	Oh	20000	1600000
	Teknisi Pembuat Alat	80	Oh	20000	1600000
	Jumlah Biaya				24000000
2	Peralatan Penunjang				
	Model Poros Skala Kecil	2	Set	956000	1912000
	Sudu / Impeler/ Screw Skala Kecil	1	Set	450000	450000
	Bantalan Skala Kecil	6	Set	125000	750000
	Rumah Turbin Skala Kecil	1	Set	1537000	1537000
	Alternator Skala Kecil	2	Set	1575000	3150000
	Konstruksi Dudukan Rumah Turbin	1	Set	2250000	2250000
	Kopling Skala Kecil	3	Set	480000	1440000
	Jumlah Biaya				11489000
3	Bahan Habis Pakai				
	Material Komposit	2	Set	750000	1500000
	Pipa Pvc D 2 Inchi	12	Batang	250000	3000000
	Pipa Pvc Diameter 1,5 Inchi	9	Batang	150000	1350000
	Pipa Pvc Diameter 1 Inchi	6	Batang	80000	480000
	Katup / Klep	5	Buah	850000	4250000
	Accesoris Pelengkap	1	Set	3300000	3300000
	Baut	3	Kotak	85000	255000
	Kertas Hvs A4 80 Gram	8	Rim	40000	320000
	Kertas Hvs Folio 80 Gram	4	Rim	40000	160000
	Catridge Printer (Black)	2	Set	450000	900000
	Catridge Printer (Warna)	2	Set	450000	900000
	Penyimpan Data (16 Gb)	1	Buah	300000	300000
	Tinta Refill	3	Set	20000	60000
	Jumlah Biaya				15275000
4	Operasional				
	Operasional Lembaga	1	Ls		4000000
	Jumlah Biaya				4000000

5	Perjalanan				
	Data Sekunder	400	(5 Orang X 80 Hari)	10000	4000000
	Survey Lapangan	560	(7 Orang X 80 Hari)	10000	5600000
	Seminar	1	Paket	2436000	2436000
	Jumlah Biaya				12036000
6	Lain-Lain				
	Administrasi Dan Fotocopy Bahan Referensi	8	Bulan	150000	1200000
	Publikasi Ilmiah (Jurnal)	2	Penerbitan	750000	1500000
	Pembuatan Research Group Homepage	1	Set	2000000	2000000
	Internet	1	Kegiatan	200000	200000
	Seminar Nasional	2	Kegiatan	3000000	6000000
	Penjilidan Dan Penggandaan Laporan	1	Ls	300000	300000
	Jumlah Biaya				11200000
	Total Anggaran				78000000

Tahun II (Kedua)

No	Komponen Biaya	komponen anggaran biaya			
		volume		Biaya Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Gaji dan Upah				
	Peneliti Utama	240	(30 jam/ bulan x 8 bln)	25000	6000000
	Anggota Peneliti (6 Orang)	1200	(6 Org anggota x 25 jam/bulan x 8 bln)	10000	12000000
	Tenaga Administrasi	8	bulan	150000	1200000
	Teknisi Perakit Alat	80	OH	20000	1600000
	Teknisi Pemodelan Alat	80	OH	20000	1600000
	Teknisi Pembuat Alat	80	OH	20000	1600000
	Jumlah Biaya				24000000
2	Peralatan Penunjang				
	Model poros	4	Set	850000	3400000
	Sudu / impeler/ Screw	1	Set	650000	650000
	Bantalan	8	set	85000	680000
	Rumah Turbin	1	set	800000	800000
	Alternator	1	set	3000000	3000000
	Konstruksi Dudukan Rumah Turbin	1	set	2500000	2500000
	Kopling	2	Set	480000	960000
	Jumlah Biaya				11990000
3	Bahan Habis Pakai				
	Pipa PVC D 4 inchi	15	Batang	250000	3750000
	Pipa PVC Diameter 2 inchi	10	Batang	150000	1500000
	Pipa PVC Diameter 1 inchi	6	Batang	80000	480000
	Katup / Klep	4	Buah	850000	3400000
	Accesoris pelengkap	1	set	3800000	3800000
	Baut	3	kotak	85000	255000
	Kertas HVS A4 80 Gram	8	Rim	40000	320000
	Kertas HVS Folio 80 Gram	6	Rim	40000	240000
	Catridge Printer (Black)	2	Set	450000	900000
	Catridge Printer (Warna)	2	Set	450000	900000
	Penyimpan Data (16 GB)	1	Buah	300000	300000
	Tinta Refill	3	Set	20000	60000
	Jumlah Biaya				15905000
4	Operasional				
	Operasional Lembaga	1	ls		4000000
	Jumlah Biaya				4000000
5	Perjalanan				
	Data Sekunder	400	(5 Orang x 80 Hari)	10000	4000000
	Survey Lapangan	560	(7 Orang x 80 Hari)	10000	5600000
	Seminar	1	Paket	3200000	3200000

	Jumlah Biaya				12800000
6	Lain-lain				
	Administrasi dan Fotocopy Bahan Referensi	8	Bulan	150000	1200000
	Publikasi Ilmiah (Jurnal)	2	Penerbitan	750000	1500000
	Pembuatan Research group homepage	1	Set	2000000	2000000
	Internet	1	KEgiatan	300000	300000
	Seminar Nasional	2	Kegiatan	3000000	6000000
	Penjilidan dan Penggandaan Laporan	1	Is	300000	300000
	Jumlah Biaya				11300000
	Total Anggaran				79995000

Lampiran 5. Mitra Peneliti

Nomor : 93 /SP/ KMM/11/2013
Lamp : -
Hal : Mitra Penelitian Teknik Universitas Bengkulu

Kepada Yth:

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

di-

Bengkulu

Menunjuk Surat Dekan fakultas Teknik Universitas Bengkulu Nomor : 317/UN30.9/TM/2013 perihal permintaan Mitra Penelitian Unggulan Universitas Bengkulu, bersama ini disampaikan **Kesediaan masyarakat dan Lurah Kemumu sebagai mitra penelitian dari masyarakat**. Untuk penelitian dengan tema "Rancang bangun dan pembuatan model sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan metode elemen hingga berdasarkan posisi dan bentuk sudu screw pump".

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih



Lampiran 6. Personalia Tenaga Peneliti Beserta Kualifikasinya

1. KETUA PENELITI :

I. IDENTITAS DIRI

1.	Nama Lengkap dan Gelar	Anizar Indriani,ST.MT
2.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3.	NIP	197102202006042001
4.	Tempat dan Tanggal Lahir	Langsa dan 20 Pebruari 1971
5.	Alamat Rumah	Perumahan Griya Bangkahulu Permai Blok B No. 6 Jl. Medan Baru Bengkulu
6.	Nomor telepon/faks	-
7.	Nomor HP	08126630391 / 081374715008
8.	Alamat Kantor	Universitas Bengkulu Jl. Raya Kandang Limun Bengkulu
9.	Nomor telepon/faks	(0736) 344087
10.	Alamat pos-el	aniz_raimin@yahoo.com
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 15 orang S2 = orang S3 = orang
12.	Mata Kuliah yang Diampu	1. Konversi Energi Listrik 2. Menggambar Teknik 3. Rangkaian Listrik 4. Analisa Sistem Tenaga 5. Pengantar Teknik Elektro

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

1	PROGRAM	S1	S2	S3
2	Nama Perguruan Tinggi	Universitas Bung Hatta Padang	Institut Teknologi Bandung	
3	Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Teknik Elektro	
4	Tahun Masuk	1991	2000	
5	Tahun Lulus	1997	2003	
6	Judul Skripsi/Tesis/Promotor	Metode Newton Raphson Yang Dimodifikasi Pada Jaringan Transmisi 150 KV Sumbar	Metode Evaluasi Kestabilan Sinyal Kecil Menggunakan Indeks Kestabilan	

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No	TAHUN	JUDUL PENELITIAN	PENDANAAN	
			SUMBER	JML
1	2010	Pemanfaatan Energi Gelombang Laut sebagai Sumber Energi Alternatif yang Ramah Lingkungan bagi	Hibah HKPSN Batch IV DIKTI	94.000.000,-

		Masyarakat Nelayan Kota Bengkulu		
2	2011	Pemodelan Sistem Perlindungan Peralatan Elektronik dari Bahaya Induksi akibat sambaran pada Gedung bertingkat Laboratorium Fakultas Teknik UNIB	Mndiri	5.000.000,-

IV. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

1. ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL NASIONAL

No.	TAHUN	JUDUL ARTIKEL ILMIAH	VOLUME	NAMA JURNAL
1	2006	Optimasi Penjadwalan Unit Pembangkit Thermal dengan Dynamics Programming	ISSN: 1907-5022	Proseding SNATI 2006
2	2007	Penentuan Biaya Produksi Melalui Perhitungan Biaya Pembangkitan Pada Sistem Multiarea	Vol. I, No. 2, Tahun I, September 2007	Jurnal Teknosia UNIB ISSN. No. 1978-8819
3	2008	Penentuan Kuat Medan Listrik Kawat Tanah Tegangan 150 kv Menggunakan Hukum Gauss	Vol. II, No. 4, Tahun II, September 2008	Jurnal Teknosia UNIB ISSN. No. 1978-8819
4.	2008	Kajian Energi Listrik Alternatif menggunakan Pembangkit Listrik GelombangLaut dengan Sistem Bandul Di Kota Bengkulu		Proseding SENTA 2008
5.	2009	Penentuan Arus Peralihan Gangguan Hubung Singkat pada jaringan Transmisi 150 kV Sumatera (SUMBAR-Riau).	Vol.1, No.5, Tahun III, Maret 2009, ISSN No. 1978-8819 Hal. 45 Fakultas Teknik UNIB	Jurnal Teknosia
6.	2010	Analisa Sistem Proteksi Penangkal Petir Menggunakan Metode Elektrojeometri (Ruang proteksi Non Konvensional).	Vol.1, No.7, Tahun IV, Maret 2010, ISSN No. 1978-8819 Hal. 54 Fakultas Teknik UNIB	Jurnal Teknosia

7.	2010	Penentuan Tarif Daya Listrik Berdasarkan Karakteristik Beban Rumah Tangga di Kota Bengkulu	Vol.II, No.8, Tahun IV, September 2010, ISSN No. 1978-8819 Hal. 42 Fakultas Teknik UNIB	Jurnal Teknosia
8.	2011	Optimasi Letak dan Ukuran Kapasitor Bank untuk Mengurangi Rugi-rugi Daya Menggunakan Metode Algoritma Genetika (Studi Kasus interkoneksi Subsistem SUMBAGSEL 150 kV)	Vol. 3 No.1 Halaman 664-732 Bengkulu Januari 2011 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu	Jurnal Telematik

2. ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL INTERNASIONAL

No	JUDUL ARTIKEL ILMIAH	NAMA JURNAL	VOLUME, NOMOR, TAHUN
1	Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat Berdasarkan Tegangan dan Arus Kerja Rele Impedansi Pada Saluran Transmisi Ganda.	International Conference on Business and Information Technology (ICONBIT) di Informatics & Business Institute (IBI) Darmajaya Bandar Lampung	IBI (Informatics and Business Institute) Darmajaya bandar Lampung
2	Automatic Presence System of Library Visitors Using Radio Frequency Identification (RFID).	In The Indonesia-Malaysia Microwave-Antena Conference 2010 (IMMAC 2010) IEEE Indonesia MTT/AP societies Chapter, and IEEE Malaysia AP/MTT/EMC societies Chapter	Department of Electrical Engineering faculty of Engineering Universitas Indonesia

V. PUBLIKASI BUKU TEKS/BUKU AJAR

No	TAHUN	JUDUL BUKU	NAMA PENERBIT
1			
2			
3			

VI. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

No.	TAHUN	JUDUL/TEMA HKI	JENIS	NOMOR PENDAFTARAN/ SERTIFIKAT
1				
2				
3				

**VII. PENGALAMAN RUMUSAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL
LAINNYA.**

No.	TAHUN	JUDUL/TEMA/JENIS REKAYASA SOSIAL YANG TELAH DITERAPKAN	TEMPAT PENERAPAN	RESPON MASYARAKAT
1				
2				

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan sebagai salah satu syarat pengajuan **Hibah Unggulan Kompetisi Bantuan Operasional Perguruan Tinggi (BOPT) 2013**.

Bengkulu, 3 Maret 2013

Pengusul,



(Anizar Indriani ST MT)
NIP. 197202211999031001

2. ANGGOTA PENELITI 1 :

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Eng, Hendra S.T., M.T.
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Jabatan Struktural	Ketua Program Studi Teknik Mesin
4	NIP	197311182003121002
5	NIDN	00181173002
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Padang, 18 November 1973
7	Alamat Rumah	Jalan Bandar Raya Ujung Rawa Makmur Bengkulu
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	085210269692
10	Alamat Kantor	Jalan W.R. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A Bengkulu
11	Nomor Telepon/Faks	0736344087, 22105
12	Alamat e-mail	h7f1973@yahoo.com

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
<u>Nama Perguruan Tinggi</u>	Universitas Andalas	Institut Teknologi Bandung	Kyushu Institute of Technology Japan
Bidang Ilmu	T. Mesin	T. Mesin	T. Mesin
Tahun Masuk-Lulus	1992/1999	2000/2003	2007/2010

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2008	Maximum Stress for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers		
2	2009	Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine		
3	2009	Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal.		
4	2009	Strength Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Rolls in the Continuous Pickling Line		
Dst.				

D. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Maximum Stress for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers	Vol.2, No.11, pp1410-1419(2008).	Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering
2	Stress Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers	Vols. 385-387, pp. 513-516, (2008).	Key Engineering Materials
3	Thermal Stress Analysis for	Vol. 3, No.10,	Journal of Solid

- 4 Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal pp. 1090-1100, (2009). Mechanics and Materials Engineering Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, Vol.4 No.8 PP. 1-16 (2010).
5. Strength Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Rolls in the Continuous Pickling Line KEM.452-453.233. ISBN:978-0-87849-369-2 2011 Jurnal Internasional “*Key Engineering Materials*” © (2011) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/

E. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				
3				
4				
Dst.				

F. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1				
2				
3				

4				
---	--	--	--	--

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			
3			
4			
D st.			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan **Hibah Unggulan Kompetisi Bantuan Operasional Perguruan Tinggi (BOPT) 2013**.

Bengkulu, 3 Maret 2013
Pengusul,



(Dr. Eng. Hendra, ST, M.T)
NIP.1973111820031201002

3. ANGGOTA PENELITI 2 :

I. IDENTITAS DIRI

1.	Nama Lengkap dan Gelar	Afdhal Kurniawan Mainil, S.T., M.T.
2.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
3.	NIP	198209262008011007
4.	Tempat dan Tanggal Lahir	Bukittinggi, 26 September 1982
5.	Alamat Rumah	Perum Al-Kautsar 2 Blok C1 No.10 Bengkulu
6.	Nomor telepon/faks	-
7.	Nomor HP	085265214320
8.	Alamat Kantor	Jl WR Supratman Kandang Limun Bengkulu
9.	Nomor telepon/faks	
10.	Alamat pos-el	-
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 6 orang S2 = - orang S3 = - orang
12.	Mata Kuliah yang Diampu	Termodinamika Teknik 1 & 2 Perpindahan Panas 1 & 2 Mekanika Fluida 1 & 2 Sistem Pendingin Dan kriogenika Sistem Pembangkit Tenaga Uap

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

1	PROGRAM	S1	S2	S3
2	Nama Perguruan Tinggi	Univ. Andalas	ITB	
3	Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	
4	Tahun Masuk	2000	2009	
5	Tahun Lulus	2004	2011	
6	Judul Skripsi/Tesis/Promotor	Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap Dengan Menggunakan Rerigeran 12 (R12) dan Refrigeran Hidrokarbon (HCR12)/ Ir. Adly Advendri, M.Sc	Kaji Teoritis Dan Eksperimental Alat Uji Konduktivitas Temal Bahan/ Prof. Dr. Ir. Abdurrachim	

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No	TAHUN	JUDUL PENELITIAN	PENDANAAN	
			SUMBER	JML
1	2012	Perancangan, Pembuatan Dan Pengujian Alat Uji Konduksi 1 Dimensi	Mandiri	1
2	2011	Kaji Teoritis Dan Eksperimental Alat Uji Konduktivitas Temal Bahan	Laboratorium Surya ITB	1

IV. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

1. ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL NASIONAL

No.	TAHUN	JUDUL ARTIKEL ILMIAH	VOLUME	NAMA JURNAL
1.	2008	Analysis of Heat Tranfer at Condenser in Stem Power Plant	Vol 1, No.3	Teknosia
2.	2008	Unjuk Kerja Perangkat Pengering Surya (Solar Dryer) Jenis Pemanasan Langsung Menggunakan Rak Bertingkat	Prosiding Seminar UNRI-UKM	Prosiding Seminar UNRI-UKM
3	2010	Penggunaan <i>Encapsule Ice Thermal Energy Storage</i> pada Residential Air Conditioning Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 yang Ramah Lingkungan	Vol 7, No 2	Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang
4	2011	Analisa Kinerja Engine Turbopan CFM56-3	Vol 8, No. 2	Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang
5	2011	Simulasi Pemanfaatan Panas Buang Chiller Untuk Kebutuhan Air Panas Di Perhotelan	Vol 8, No.2	Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang
6	2012	Kaji Eksperimental Performansi Mesin Pendingin Kompresi Uap dengan Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon (HCR12) Sebagai Alternatif Refrigeran Pengganti R12 Dengan Sistem Penggantian Langsung (Drop In Substitute)	Vol, 3 No. 1	Jurnal Teknik Mesin Universitas Lampung
7	2012	Analisis Pengaruh Perbandingan Diameter Minor Dan Mayor Elips Terhadap Nilai Koefisien	Vol, 2, No.1	Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang

		Drag Menggunakan Program CFD		
8	2012	Kaji Eksperimental Alat Uji Konduktivitas Termal Bahan	SNMI7	Prosiding Universitas Tarumanagara
9	2012	Penyusunan Program Komputasi Perancangan Heat Exchanger Tipe Shell & Tube Dengan Fluida Panas Oli Dan Fluida Pendingin Air	SNMI7	Prosiding Universitas Tarumanagara
10	2013	Pengembangan Perangkat Lunak Untuk Simulasi Siklus Rankine (Steam Power Plant System) Sebagai Bahan Pembelajaran Termodinamika Teknik	Vol 2, No. 1	Jurnal Mekanikal Universitas Tadulako

2. ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL INTERNASIONAL

No	JUDUL ARTIKEL ILMIAH	NAMA JURNAL	VOLUME, NOMOR, TAHUN
1			
2			
3			
dst			

V. PUBLIKASI BUKU TEKS/BUKU AJAR

No	TAHUN	JUDUL BUKU	NAMA PENERBIT
1			
2			
3			

VI. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

No.	TAHUN	JUDUL/TEMA HKI	JENIS	NOMOR PENDAFTARAN/ SERTIFIKAT
1				
2				
3				

VII. PENGALAMAN RUMUSAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL LAINNYA.

No.	TAHUN	JUDUL/TEMA/JENIS REKAYASA SOSIAL YANG TELAH DIERAPKAN	TEMPAT PENERAPAN	RESPON MASYARAKAT
1				
2				

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan sebagai salah satu syarat pengajuan **Hibah Unggulan Kompetisi Bantuan Operasional Perguruan Tinggi (BOPT) 2013.**

Bengkulu, 3 Maret 2013

Pengusul,



(Afdhal Kurniawan, ST MT)
NIP. 198209262008011007

4. ANGGOTA PENELITI 3 :

I. IDENTITAS DIRI

1.	Nama Lengkap dan Gelar	Afriyastuti Herawati
2.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
3.	NIP	198205012008122002
4.	Tempat dan Tanggal Lahir	Bengkulu, 1 Mei 1982
5.	Alamat Rumah	Jl. Cendrawasih RT 6 RW 2 No.30 Kebun geran Bengkulu
6.	Nomor telepon/faks	-
7.	Nomor HP	081373930142
8.	Alamat Kantor	Jl WR Supratman Kandang Limun Bengkulu
9.	Nomor telepon/faks	
10.	Alamat pos-el	-
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = orang S2 = orang S3 = orang
12.	Mata Kuliah yang Diampu	

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

1	PROGRAM	S1	S2	S3
2	Nama Perguruan Tinggi	Univ. Andalas	ITB	
3	Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Teknik Elektro	
4	Tahun Masuk	2000	2010	
5	Tahun Lulus	2004	2012	
6	Judul Skripsi/Tesis/Promotor	Perancangan dan pembuatan alat penggerak motor induksi satu fasa menggunakan SPWM inveter/ Ir. Refdinal Nazir PhD	Studi kestabilan transien pembangkit tersebar berbasis pembangkit angin, pembangkit diesel dan photovoltaic terhadap gangguan dalam sistem tenaga/ Dr Muhammad Nurdin, Dr Nanang Hariyanto	

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No	TAHUN	JUDUL PENELITIAN	PENDANAAN	
			SUMBER	JML

IV. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

1. ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL NASIONAL

No.	TAHUN	JUDUL ARTIKEL ILMIAH	VOLUME	NAMA JURNAL
1.	2009	Perancangan dan Pembuatan Alat Penggerak Motor Induksi Satu Fasa Menggunakan SPWM Inverter	Vol 4 No 1	Simes
2.	2012	Respon Kecepatan Rotor Generator Induksi DFIG dan Sudut Rotor Generator Sinkron terhadap Gangguan Transien di Sistem Pembangkit Tersebar	Vol 2 No 2	Amplifier

2. ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL INTERNASIONAL

No	JUDUL ARTIKEL ILMIAH	NAMA JURNAL	VOLUME, NOMOR, TAHUN
1			
2			
3			
dst			

V. PUBLIKASI BUKU TEKS/BUKU AJAR

No	TAHUN	JUDUL BUKU	NAMA PENERBIT
1			
2			
3			

VI. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

No.	TAHUN	JUDUL/TEMA HKI	JENIS	NOMOR PENDAFTARAN/ SERTIFIKAT
1				
2				
3				

**VII. PENGALAMAN RUMUSAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL
LAINNYA.**

No.	TAHUN	JUDUL/TEMA/JENIS REKAYASA SOSIAL YANG TELAH DITERAPKAN	TEMPAT PENERAPAN	RESPON MASYARAKAT
1				
2				

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan sebagai salah satu syarat pengajuan Hibah Unggulan Kompetisi Bantuan Operasional Perguruan Tinggi (BOPT) 2013.

Benekula, 03 Maret 2013



Afriyastuti Herawati

NIP. 198205012008122002

BIODATA MAHASISWA YANG TERLIBAT DALAM PENELITIAN

MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Nama : **Yusak Sitorus**
Jenis kelamin : Laki-laki
Tanggal lahir : 22 Juli 1991
Tempat lahir : Bengkulu
Anak ke : 3 dari 5 bersaudara
Agama : Kristen
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jln Raya Bengkulu – manna Ds. Cahaya Negeri Kec.
Sukaraja
Kab. Seluma KM. 26
Telp : 085269801343
E-mail/blog : yusak.str@gmail.com

PENDIDIKAN FORMAL

1997 - 2003, SD Negeri 6 Seluma
2003 - 2006, SMP Negeri 2 Seluma
2006 - 2009, SMA Negeri 3 Bengkulu
2009 - Sekarang, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas
Bengkulu

PENGALAMAN ORGANISASI

Kepengurusan Osis
Kepengurusan PKK 2010-2011
Kepengurusan PERKANTAS 2012-2013
Kepengurusan PEMUDA KRISTEN BENGKULU 2012-2013

PENGALAMAN KERJA DAN AKADEMIK

Kerja Praktek di PT. BA (Bukit Asam) Tanjung Enim 2012
Asisten Praktikum Produksi Teknik Mesin Universitas Bengkulu

MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Nama : **Raymon H CIA**
Jenis kelamin : Laki-laki
Tanggal lahir : 13 April 1991
Tempat lahir : Manna, Bengkulu Selatan
Anak ke : 1 dari 5 bersaudara
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Jln Jend. Sudirman No.05 RT 02 RW 01
Kel. Pintu Batu Kec. Teluk Segara Bengkulu
Telp : 08984990195
E-mail/blog : raymonhcia@yahoo.com

PENDIDIKAN FORMAL

1997 - 2003, SD Negeri 4 Bengkulu
2003 - 2006, SMP Negeri 1 Bengkulu
2006 - 2009, SMK negeri 2 Bengkulu
2009 - Sekarang, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas
Bengkulu

PENGALAMAN ORGANISASI

Kepengurusan HIMATRO
Kepengurusan MOSTANER

PENGALAMAN KERJA DAN AKADEMIK

Kerja Praktek di PLTA Musi 2012
Asisten Praktikum Metode Pengukuran Listrik
Asisten Praktikum Energi Konversi
Asisten Praktikum Fisika Dasar
Asisten Praktikum Rangkaian Listrik

