

Analisis Proses Pemesinan Dan Biaya Manufaktur Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mini (PLTHM)

Yudhi Chandra Dwiaji¹, Nurato², Muh Anhar³

^{1&2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

³Jurusan Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Negeri Ketapang

yuhichandra7@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia had once become the fuel exporter, it now becomes the fuel importer. To overcome this crisis, then the best option is to increase the utilization of the alternative energy, like what has been conducted in other countries; both developed and developing countries. Renewable energy is a non-fossil energy derived from nature which is designed and cared in such way, it will not be discharged because the amount is unlimited, for example: solar panels, biomass, bioethanol, water energy, heat energy, nuclear energy, tidal energy, wave energy and others. The aim of this research are: 1) to determine the stages in manufacturing process of mini hydro from the early machining process until the final process of quality control, 2) to determine the calculation of the time and costs in the manufacturing process of mini hydro in details. From the analysis of the cost and the manufacturing process of mini hydro, where the generator produces electric energy maximum of 1 KW, driven by a waterwheel that uses frame brackets 50 x 50 x 5 mm, the total cost of making the mini hydro is IDR 6.423.900, it is obtained from the sum of the costs which have been calculated, such as manufacturing cost IDR 5.444.000, design cost IDR 544.400 and unexpected cost IDR 435.500. The required total time in the manufacturing process of mini hydro is 14 hours. The use of micro-hydro energy can be used as an alternative renewable energy to overcome the problems of large power consumption and the provision of electrical energy that is not evenly distributed, especially in rural areas. The use of this micro-hydro is in accordance with the environmental conditions in Indonesia which has a lot of hills and rivers.

Keywords: machining process, manufacturing cost, power plant, mini hydro

I. PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak sebagai sumber utama energi dunia, saat ini mempunyai cadangan yang terbatas dengan tingkat konsumsi yang terus menerus meningkat dari tahun ke tahun (Basir, 2004). Indonesia dulunya adalah negara pengekspor bahan bakar minyak sekarang menjadi negara pengimpor bahan bakar. Energi terbarukan adalah energi non-fosil yang berasal dari alam yang dirancang sedemikian rupa dan dijaga dengan baik tidak akan habis karena

jumlahnya tak terbatas, misalnya: panel surya, biomasa, bioetanol, energi air, energi panas, energi nuklir, energi pasang surut, energi gelombang dan lain-lain (Umam, 2007). Tenaga air (*hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir dan energi itu dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik (Jamali, 2014). Pembangkit listrik tenaga air dipilih sebagai salah satu energi alternatif dikarenakan memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan pembangkit listrik lainnya, seperti ramah terhadap

lingkungan, lebih awet, serta biaya operasional lebih kecil, (Tyas, 2014).

Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mini merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan terbarukan dengan efisiensi 70-85%. Jika dikelola dengan baik, dapat beroperasi lebih dari 15 tahun (Chandra, 2009). Namun PLTHM sendiri memiliki beberapa tahapan proses manufaktur yang perlu diketahui, mencakup proses awal pemesinan hingga di bagian akhir pada pengawasan mutu. Banyak referensi yang membantu dalam pembuatan PLTHM. Namun, pada kenyataan informasi tentang biaya yang dikeluarkan dalam pembuatannya, hanya sebatas perkiraan tanpa mengetahui detail biaya.

Dari beberapa pernyataan di atas peneliti membuat rumusan masalah diantaranya tahapan yang harus dilalui dalam pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mini dengan komponen-komponen utama dan penunjangnya, perhitungan waktu selama proses pemesinan berlangsung. Tujuan dalam penelitian ini yaitu: 1) untuk mengetahui tahapan-tahapan dalam proses pembuatan PLTHM mulai dari proses awal pemesinan hingga proses akhir di pengawasan mutu, 2) untuk mengetahui secara detail perhitungan waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan PLTHM.

II. TINJAUAN PUSTAKA

PLTHM adalah alat pengubah energi gerak menjadi energi listrik, dengan memanfaatkan laju dan debit air tertentu, debit air menggerakkan kincir yang kemudian menggerakkan generator. Agar dihasilkan arus listrik yang cukup maka generator harus putaran yang cukup, oleh sebab itu kincir yang digerakkan oleh air dikopel untuk menggerakkan generator, dari putaran generator inilah terjadi tegangan listrik.

Komponen alat utama adalah komponen inti dari PLTHM, komponen-komponen ini saling menunjang satu sama lain sehingga menjadi sangat penting, karena jika salah satu rusak atau

tidak berfungsi maka alat tersebut tidak dapat beroperasi. Komponen itu antara lain :

1. Generator
2. Rangka
3. Kincir
4. Poros
5. V-Belt
6. Bantalan
7. Pulley (diameter luar 500 mm)
8. Pulley (diameter luar 100 mm)
9. Pulley (diameter luar 500 mm)
10. Pulley (diameter luar 100 mm)

Dalam pembuatan sesuatu diperlukan alat bantu dimana untuk mempermudah proses pengerjaan. Selain itu alat bantu atau mesin-mesin ini juga digunakan agar dapat memangkas waktu produksi (pembuatan) sehingga barang yang dihasilkan akan menjadi lebih banyak, dan tidak banyak waktu yang terbuang.

Beberapa mesin yang digunakan antara lain :

1. Mesin Gerinda Potong
2. Mesin Bor
3. Mesin Las
4. Mesin Gerinda Tangan
5. Mesin Bubut

Aspek tekno ekonomi adalah sudut pandang teknologi secara ekonomi, artinya di dalam menciptakan suatu alat harus diperhatikan biaya-biaya yang dipakai untuk proses pembuatan PLTHM, mencakup diantaranya :

1. Biaya langsung, yaitu biaya yang telah dilakukan secara langsung seperti pemilihan bahan baku (material)
2. Biaya tak langsung, yaitu biaya yang dilakukan secara tidak langsung seperti gaji atau upah pada tenaga kerja (karyawan)

Biaya manufaktur pada alat merupakan jumlah seluruh biaya untuk input dari sistem dan untuk proses pengeluaran output yang dihasilkan oleh sistem. Sistem manufaktur pada input meliputi bahan mentah komponen-komponen yang dibeli,

tenaga kerja dan peralatan yang dipakai dan untuk output tersebut meliputi barang jadi dan buangan Biaya manufaktur pada proses pembuatan alat yang terdiri dari biaya-biaya dalam tiga kategori.

1. Biaya komponen

Komponen-komponen dari alat tersebut mencakup komponen standar yang dibeli seperti pembelian, generator. Ini merupakan bagian komponen yang dibeli untuk proses pembuatan alat.

2. Biaya perakitan

Proses perakitan mencakup semua biaya tenaga kerja, biaya perlengkapan dan juga biaya peralatan tersebut.

3. Biaya tak terduga

Biaya tak terduga merupakan kategori yang digunakan untuk mencakup seluruh biaya lainnya. Seperti biaya pendukung yang berhubungan dengan penanganan material jaminan kualitas, pembelian, pengiriman, penerimaan, fasilitas-fasilitas, dan biaya pemeliharaan perlengkapan pada alat yang dipakai. Sedangkan biaya tidak langsung adalah biaya manufaktur yang tidak dapat secara langsung dikaitkan dengan suatu alat namun harus dibayarkan dalam suatu usaha.

Sedangkan komponen biaya produksi akan diperoleh dari keuntungan biaya khusus yang dibebankan bagi material, selain itu pembelian harga berupa macam-macam komponen tersebut. Dengan demikian hasil pembiayaan itu mencakup biaya-biaya keseluruhan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan

kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan untuk mengkaji proses manufaktur PLTHM terhadap waktu dan biaya yang akan ditimbulkan selama proses manufaktur berlangsung hingga akhir.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Wawancara terstruktur digunakan teknik pengumpulan data, bila peneliti atau pengumpul data telah mengetahui dengan pasti tentang informasi apa yang akan diperoleh. Dalam melakukan wawancara, selain membawa instrument sebagai pedoman untuk wawancara, maka pengumpul data juga dapat menggunakan alat bantu seperti tape recorder, gambar, brosur dan material lain yang dapat membantu pelaksanaan wawancara menjadi lancar.
- b. Observasi sebagai teknik pengumpulan data mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain. Dari proses pelaksanaan pengumpulan data, observasi dapat dibedakan menjadi *participant observation* (observasi berperan serta) dan *non participant observation*. Analisis data yang dilakukan pada perhitungan biaya proses manufaktur PLTHM adalah dengan metode *full costing* dimana dengan menjumlahkan semua biaya yang dibebankan dalam kegiatan manufaktur baik biaya tetap maupun biaya variabel. Biaya-biaya yang termasuk dalam perhitungan antara lain biaya per produk, biaya material dan biaya proses produksi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengerjaan setiap komponen, seorang perancang harus dapat menentukan proses pemesinan yang dipakai untuk setiap komponen. Sebelum melakukan proses pemesinan seorang perancang harus mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan setiap komponen, agar dapat mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan untuk setiap komponen. Dalam

Tabel 2. Waktu proses penggerindaan

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
	Sumber Data	
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan mesin	2
3	Setting peralatan dan langkah mesin	3
4	Pemeriksaan akhir	2
	Hasil Perhitungan	
5	Penggerindaan besi siku untuk rangka	18
6	Penggerindaan besi siku untuk dudukan generator	5
7	Penggerindaan untuk poros	2
8	Penggerindaan untuk kincir	269
Total waktu pemesinan untuk penggerindaan		302

(Sumber Bengkel Aksi, Limo)

proses pemesinan pada PLTHM, waktu pemesinan dibutuhkan sehingga bisa diketahui besar biaya dibagi menjadi enam bagian. PLTHM.

Tabel 1. Waktu proses pemotongan

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
	Sumber Data	
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan mesin	1
3	Penyetelan pada mesin	2
4	Pemasangan benda kerja	1
5	Waktu penggantian gerinda dan gergaji	2
6	Pengukuran benda kerja	1
7	Pemeriksaan akhir	2
	Hasil Perhitungan	
8	Pemotongan besi siku untuk rangka	15
9	Pemotongan besi siku untuk dudukan generator	4
10	Pemotongan untuk poros	2
11	Pemotongan untuk kincir	45
12	Pemotongan untuk sudu kincir	49
Total waktu pemesinan untuk pemotongan		125

(Sumber Bengkel Aksi, Limo)

A. Waktu Penyetelan (*Setting Time*)

Waktu penyetelan (*setting time*) diperlukan untuk mempersiapkan mesin dan peralatan yang akan digunakan, serta pemasangan benda kerja setelah mempelajari gambar kerja yang telah disiapkan. Lama waktu pengerjaan dalam hal ini dipengaruhi oleh ketrampilan operator mesinnya.

B. Waktu Pemesinan (*Machining Time*)

Di dalam pembuatan suatu alat perlu diketahui waktu yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan agar dapat diperoleh biaya pemesinan yang

C. Waktu Proses Pengelasan

Setiap waktu pengelasan maka diperlukan biaya untuk proses pengelasan, maka harus dihitung untuk mengetahui berapa panjang lasan. Di dalam pengelasan maka dapat dihitung berapa banyak penggunaan elektroda dalam pengerjaan tersebut. Berikut perhitungan biaya pada proses pengelasan:

- Panjang pengelasan pada rangka, dudukan generator dan kincir

- b. 1 elektroda dapat mengelas sepanjang 300 mm
 c. 1 elektroda dapat digunakan selama 7 menit
 d. Jenis elektroda tipe Oerlikon Ø 2,5 mm dan panjang 350 mm
- batang. Jadi elektroda yang dibutuhkan dalam proses pengelasan adalah 23 batang.
 Waktu pengelasan = batang elektroda x waktu yang digunakan dalam satu elektroda

Tabel 3. Waktu proses penggurdian

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
Sumber Data		
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan gurdi	2
3	Mengukur benda kerja	1
4	Memasang mata gurdi dan mengatur kecepatan	3
5	Pemeriksaan akhir	2
Hasil Perhitungan		
6	Penggurdian pada rangka	3
7	Penggurdian untuk dudukan generator	2
8	Penggurdian untuk naaf pulley	2
9	Penggurdian untuk kedudukan sudu kunci	15
10	Penggurdian untuk sudu kincir	15
Total waktu pemesinan untuk penggurdian		46

(Sumber Bengkel Aksi, Limo)

Tabel 4. Waktu proses bubut

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
Sumber Data		
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan mesin	3
3	Mengukur benda kerja	3
4	Memasang pahat bubut dan mengatur kecepatan	5
5	Waktu yang diperlukan guna mengembalikan pahat ke posisi awal	5
6	Pengukuran benda kerja	1
7	Pemeriksaan akhir	1
Hasil Perhitungan		
8	Bubut poros Ø 30, p = 25 mm	3
9	Bubut naaf pulley Ø 35, p = 50 mm	2
Total waktu pemesinan untuk pembubutan		46

(Sumber Bengkel Bubut Abadi, Bencongan)

Tabel 5. Waktu proses pengelasan

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
Sumber Data		
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan mesin	3
3	Penyetelan pada mesin	5
4	Waktu penggantian batang elektroda I	0.5
5	Pemeriksaan akhir	4
Hasil Perhitungan		
8	Waktu proses pengelasan	162
Total waktu pemesinan untuk pengelasan		175.5

(Sumber Bengkel Aksi, Limo)

Total las = panjang pengelasan pada rangka, = 23 batang x 7 menit = 161menit t_m
 dudukan generator dan kincir. Total las = 6685 = 161 menit + 0,25 menit
 mm \approx 6,685 m. Jumlah elektroda yang = 161,25 menit \approx 162 menit
 dibutuhkan: 6,685 m : 0,30 m/batang = 22,28 \approx 23

D. Waktu Perakitan (*Assembly Time*)

Waktu perakitan adalah waktu yang dibutuhkan untuk merakit komponen yang sudah ada sehingga akan menjadi suatu alat yang berfungsi dan dapat dipergunakan sesuai perencanaan, oleh karena itu salah satu proses dalam pembuatan alat ini adalah proses pembautan dan perhitungan serta waktunya, (Priambodo, 1995).

perhitungan biaya sangat dibutuhkan. Agar dapat dikeluarkan biaya seminimal mungkin dalam proses perhitungan biaya merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam pembuatan alat agar kita dapat mengetahui biaya yang dibutuhkan, sehingga dapat mengeluarkan biaya seminimal mungkin. Untuk menganalisis biaya manufaktur pada suatu alat atau produk maka biaya- biaya yang dibutuhkan antara lain :

Tabel 6. Waktu proses perakitan

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
	Sumber Data	
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan	3
3	Waktu penggantian alat bantu	0.5
4	Waktu penyatuan antar komponen	3
5	Pemeriksaan akhir	1
	Hasil Perhitungan	
8	Waktu proses pemasangan antar komponen dan pembautan	36
Total waktu pemesinan untuk perakitan		44.5

(Sumber Bengkel Aksi, Limo)

E. Waktu Penyelesaian (*Finishing Time*)

Untuk membutuhkan lamanya proses untuk menyelesaikan pengerjaan alat tersebut. Maka diperlukan waktu untuk pengecatan sebagai sarana memperindah dan menjaga mesin dari korosi. Besarnya waktu yang diperlukan untuk proses penyelesaian ditunjukkan pada tabel 7.

- Biaya material (*material cost*)
- Biaya tak terduga (*unexpected cost*)
- Biaya perakitan (*assembly cost*)

2). Biaya Material (*Material Cost*)

Proses pengerjaan alat tersebut dibutuhkan biaya material. Yang dimaksud biaya material adalah biaya yang digunakan untuk membeli

Tabel 7. Waktu proses Penyelesaian

No	Langkah Pengerjaan	Waktu (menit)
	Sumber Data	
1	Periksa gambar dan ukuran	1
2	Mempersiapkan peralatan	5
3	Waktu pengisian ulang cat	3
4	Waktu pengamplasan dan pembersihan	30
5	Waktu proses pengecatan	30
6	Pemeriksaan akhir	3
Total waktu pemesinan untuk perakitan		72

(Sumber Bengkel Aksi, Limo)

F. Waktu Non Produktif (*Auxiliary Time*)

1). Perhitungan Biaya

Dalam perhitungan biaya sangat penting dalam pembuatan mesin tersebut. Untuk mengetahui

komponen, material (bahan baku) dan langsung dalam proses pemesinan ini, oleh karena itu agar kita mengetahui besarnya biaya dan material yang termasuk standar "custom" dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 8. Waktu non produktif

No	Proses Pemesinan	Waktu (menit)
1	Pemotongan	1.68
2	Penggerindaan	3.45
3	Penggurdian	0.89
4	Pembubutan	0.68
5	Pengelasan	2.18
6	Perakitan	0.87
7	Penyelesaian	1.15
Total waktu non produktif		10.9

Tabel 9. Harga material

No	Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Besi siku 50x50x5	2 Btg	Rp 147.000,-	Rp.294.000,-
2	Besi plat tebal 2 mm	1	Rp 95.000,-	Rp.95.000,-
3	Pulley Ø 500 mm	2	Rp 320.000,-	Rp.640.000,-
4	Pulley Ø 100 mm	1	Rp 45.000,-	Rp.45.000,-
5	Pipa besi Ø 40 mm	1	Rp 110.000,-	Rp.110.000,-
6	Baja	2 Btng	Rp 137.000,-	Rp.274.000,-
7	Bantalan (Bearing) P206	4 Buah	Rp 62.500,-	Rp.250.000,-
8	Generator 1 KW	1 Set	Rp 1.865.000,-	Rp.1.865.000,-
9	Kayu mahoni ukuran 490 x 230 mm,tebal 8 mm	12 Buah	Rp 17.000,-	Rp.204.000,-
10	V – belt type A 102	1 Buah	Rp 44.000,-	Rp.44.000,-
11	V – belt type A 77	1 Buah	Rp 34.000,-	Rp.17.000,-
12	Baut dan mur Ø 8	48	Rp 1.000,-	Rp.14.400
13	Baut dan mur Ø 14	4	Rp 3.500,-	Rp.6.000,-
14	Baut dan mur Ø 17	4	Rp 4.000,-	Rp.8.000,-
15	Cat, amplas	1 set	Rp 245.000,-	Rp.245.000,-
16	Saklar	1	Rp 10.000,-	Rp.10.000,-
17	Bohlam 5 watt, tempat bohlam	3 set	Rp 40.000,-	Rp.120.000,-
18	Kabel	3 m	Rp.6.000,-	Rp.18.000,-
19	Besi poros SC 45 (250 mm)	1 Btng	Rp 399.000,-	Rp.399.000,-
Jumlah biaya total				Rp.4.725.000,-

(Sumber : T.B. Makmur Jaya, T.B. Rodamas, T.B.Aneka Baut, Sumber Indah, Sinar Bintang Bearing, Central Belt. Harga per Juni - Juli 2017)

Tabel 10. Rincian biaya pemesinan

No	Proses Pemesinan	Waktu	Harga/Jam (Rp)	Total Biaya (Rp)
		Operasi (Jam)		
1	Gerinda potong	2	60,000	120,000
2	Gerinda permukaan	5	45,000	225,000
3	Gurdi	0.7	60,000	42,000
4	Pembubutan	0.4	100,000	40,000
5	Las listrik	2.92	100,000	292,000
Total		11.2		719,000

3). Biaya Bengkel (*Workplace Cost*)

Agar kita dapat mengetahui biaya bengkel adalah biaya penggunaan mesin yang didapat

dengan mengalikan jumlah waktu kerja mesin dengan biaya perjamnya. Hingga total penggunaan mesin didapat dari table waktu pengerjaan. Dalam hal ini kami menggunakan jasa

1 orang pekerja /operator yang mendapat upah Rp 25.000,- perjam. Berdasarkan perhitungan waktu pemesinan, maka dapat diperoleh biaya bengkel seperti ditunjukkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total waktu manufaktur} &= \text{waktu pemesinan} + \\ &\quad \text{waktu perakitan} + \text{waktu penyelesaian} + \\ &\quad \text{waktu non produktif} \\ &= 11,2 + 0,74 + 1,2 + 0,18 \\ &= 13,32 \text{ jam} \approx \mathbf{14 \text{ jam}} \end{aligned}$$

Setelah biaya-biaya tersebut kita dapatkan maka selanjutnya kita perlu menghitung biaya upah pekerja /operator didapat dari penjumlahan-penjumlahan seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{upah operator/jam} \times \text{jumlah} \\ &\quad \text{operator} \times \text{total waktu pemesinan} \\ &= \text{Rp.25.000,-} \times 1 \times 13,32 \text{ jam} \\ &= \mathbf{\text{Rp 333.000,-}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka total biaya bengkel adalah :} \\ &= \text{total biaya pemesinan} + \text{biaya operator} \\ &= \text{Rp. 719.000,-} + \text{Rp. 333.000,-} \\ &= \mathbf{\text{Rp 1.052.000,}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gerinda potong} \\ &= \frac{2.500 \text{ watt} \times 2,08 \text{ jam} \times \text{Rp.1.468,-/kwh}}{1000} \\ &= \text{Rp. 7.633,6,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gerinda Permukaan} \\ &= \frac{500 \text{ watt} \times 5,03 \text{ jam} \times \text{Rp.1.468,-/kwh}}{1000} \\ &= \text{Rp. 3.692,02,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gurdi} \\ &= \frac{1500 \text{ watt} \times 0,76 \text{ jam} \times \text{Rp.1.468,-/kwh}}{1000} \\ &= \text{Rp. 1.673,52,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bubut} \\ &= \frac{3500 \text{ watt} \times 0,41 \text{ jam} \times \text{Rp.1.468,-/kwh}}{1000} \\ &= \text{Rp. 2.106,58,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Las listrik} \\ &= \frac{3000 \text{ watt} \times 2,92 \text{ jam} \times \text{Rp.1.468,-/kwh}}{1000} \\ &= \text{Rp. 12.859,68} \end{aligned}$$

Adapun besarnya biaya listrik dalam pembuatan PLTHM adalah seperti tabel 11.

Tabel 11. Rincian biaya listrik

No	Mesin	Kapasitas (Watt)	Lama (Jam)	Kwh (Rp)	Biaya (Rp)
1	Gerinda potong	2,500	2.08	1,468	7,633.60
2	Gerinda permukaan	500	5.03	1,468	3,692.02
3	Penggurdian	1,500	0.76	1,468	1,673,52
4	Bubut	3,500	0.41	1,468	2,106.58
5	Las listrik	3,000	2.92	1,468	12,859.68
Total					27,965.40

(Sumber P.T. Perusahaan Listrik Negara)

4). Biaya Listrik

Yang dimaksud biaya listrik adalah biaya yang digunakan selama proses pembuatan PLTHM. Dan dapat mengalihkan kapasitas mesin yang digunakan, lama proses pengerjaan per kwh sebesar Rp 1.468,- dan setelah itu dibagi 1000 yang didapat dari kilo watt.

Biaya listrik

$$= \frac{\text{kapasitas} \times \text{lama pengerjaan} \times \text{per kwh}}{1000}$$

5). Biaya manufaktur pada PLTHM adalah sebesar :

$$\begin{aligned} &= \text{biaya material} + \text{biaya bengkel} + \text{biaya listrik} \\ &= \text{Rp 4.725.000,-} + \text{Rp 1.052.000,-} + \text{Rp 28.000,-} \\ &= \text{Rp 5.444.000,-} \end{aligned}$$

6). Biaya Tak Terduga (*Unexpected Cost*)

Adapun yang dimaksud biaya tak terduga adalah biaya produksi selain biaya bahan baku (material) dan biaya pengerjaan alat tersebut. Diantaranya biaya survey bahan dan biaya pengerjaan komponen- komponen yang gagal, biaya resiko

terhadap kerusakan alat, dll. Besarnya biaya tak terduga pada pembuatan PLTHM ditentukan sebesar 30 % dari biaya manufaktur

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak terduga} &= 10 \% \times \text{Rp. } 5.444.000,- \\ &= \text{Rp } 544.400,- \end{aligned}$$

7). **Biaya Desain (*Design Cost*)**

Besarnya biaya desain (*design cost*) ditentukan berdasarkan tingkat kesulitan dari perancangan produk yang akan dibuat. Dalam proses perancangan PLTHM besarnya biaya desain (*design cost*) ditentukan dari total biaya manufaktur

$$\begin{aligned} \text{Design cost} &= 8 \% \times \text{Rp } 5.444.000,- \\ &= \text{Rp } 435.520,- \\ &\approx \text{Rp } 435.500,- \end{aligned}$$

8). **Biaya total (*Total Cost*)**

Dalam total biaya PLTHM didapat dari penjumlahan biaya-biaya yang telah dihitung seperti biaya manufaktur, biaya desain, (*design cost*), dan biaya tak terduga (*unexpected cost*)

$$\begin{aligned} \text{Biaya total} &= \text{biaya manufaktur} + \text{biaya tak terduga} \\ &+ \text{biaya desain} \\ &= \text{Rp } 5.444.000,- + \text{Rp } 544.400,- + \text{Rp } 435.500,- \\ &= \text{Rp } 6.423.900,- \\ &\approx \text{Rp } 6.424.000,- \end{aligned}$$

Jadi total biaya pembuatan PLTHM mini sebesar Rp 6.424.000,- dengan total pengerjaan selama 14 jam.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisis biaya dan proses manufaktur PLTHM dimana generator menghasilkan energi listrik maksimum 1 KW, digerakkan oleh kincir air yang menggunakan rangka besi siku 50 x 50 x 5 mm. Total biaya (*total cost*) yang digunakan terdiri dari biaya manufaktur (*manufacturing cost*), biaya tak terduga (*unexpected cost*), dan biaya desain (*design cost*) sehingga dapat disimpulkan :

1. Total biaya pembuatan PLTHM adalah Rp.

6.423.900,- didapat dari penjumlahan dari biaya - biaya yang telah dihitung yaitu biaya manufaktur (*manufacturing cost*) Rp. 5.444.000,- biaya desain (*design cost*) Rp. 544.400,- dan biaya tak terduga (*unexpected cost*), Rp. 435.500,-.

2. Total waktu yang dibutuhkan dalam proses manufaktur PLTHM adalah 14 jam.
3. Penggunaan energi mikrohidro dapat digunakan sebagai salah satu alternatif energi baru terbarukan untuk mengatasi permasalahan konsumsi listrik yang besar serta penyediaan energi listrik yang belum merata terutama di daerah pedesaan. Penggunaan mikrohidro ini sesuai dengan kondisi lingkungan di Indonesia yang mempunyai banyak bukit dan sungai.

B. Saran

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

REFERENSI

- Arismunandar A. & Kuwahara S. (2004). *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Priambodo, B. (1995). *Teknologi Mekanik Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Chandra, B. (2009, April 15). *Potensi Air Jawa Barat Bisa Penuhi Kebutuhan Listrik Ribuan Keluarga*. (Tempo Interaktif, Interviewer)
- Arya, D.K. (2013). *Analisis Potensi Mikrohidro Berdasarkan Curah Hujan*.
- Tyas, E.C. (2014). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air di*

Bendungan Pandanduri Swangi Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Universitas Brawijaya

Jamali, F. (2014). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Berbantuan Program TURBNPRO di Desa Sinar Pekayau Kecamatan Sepauk Kabupaten Sintang.* Universitas Tanjungpura

Umam, K. (2007). *Analisis Potensi Energi Alternatif dan Implikasinya Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat Indonesia.* Universitas Negeri Semarang.