

SIMULASI TURBIN AIR KAPLAN PADA PLTMH DI SUNGAI SAMPAHANAN DESA MAGALAU HULU KABUPATEN KOTABARU

Akhmad Syarief, Hajar Isworo

¹Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat
Jalan : A. Yani km 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan
Email : hajarisworo@gmail.com

Abstrak : Provinsi Kalimantan Selatan memiliki potensi energi air sebesar 353,4 mW dari hasil survey dengan debit antara 0,06-11 m³ /detik. Hal ini perlu mendapat perhatian khusus bagi Pemerintah Daerah Kalimantan Selatan agar dapat memaksimalkan potensi tersebut untuk dipergunakan dalam upaya mengurangi penggunaan batubara dan minyak bumi dalam membangkitkan tenaga listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Di Desa Magalau Hulu Kabupaten Kotabaru yang sebagian penduduknya belum mendapatkan listrik, dapat diatasi dengan membangun Turbin Air Kaplan sebagai PLTMH memanfaatkan arus Sungai Sampahan yang mengalir dengan debit sekitar 1,8 m³ /detik. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan Turbin Kaplan yang telah direncanakan memanfaatkan arus sungai tersebut dapat bekerja dari debit 1,79 m³ /detik hingga 1,86 m³ /detik dengan daya turbin yang dibangkitkan sekitar 52,52 kW hingga 55,54 kW.

Kata Kunci : Turbin kaplan, PLTMH, Mikrohidro, Simulasi.

Abstract : South Kalimantan province has a potential energy of water at 353.4 mW with a discharge survey between 0.06 to 11 m³/sec. This needs special attention to South Kalimantan Regional Government in order to maximize the potential to be used in an effort to reduce the use of coal and oil in power generation through micro hydro power plant (MHP). In the village of Upper Magalau Kotabaru district that some of the population is not getting electricity, can be overcome by constructing a Kaplan Water Turbine MHP Sampahan utilize current flowing river with a discharge of about 1.8 m³/sec. Based on the results of this study, a Kaplan turbine is planned utilizing the river flow can work from discharge of 1.79 m³/sec to 1.86 m³/sec with a power turbine that generated approximately 52.52 kW to 55.54 kW.

Keywords : Kaplan turbine, PLTMH, micro-hydro, Simulation.

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, kebutuhan manusia akan listrik semakin meningkat. Jumlah pelanggan listrik makin bertambah setiap tahunnya. Sementara itu, Permasalahan yang ada saat ini adalah terbatasnya suplai energi untuk memperoleh tenaga listrik. Misalnya batubara untuk bahan bakar tenaga uap serta minyak bumi untuk bahan bakar diesel yang ketersediaannya semakin sedikit. Sehingga perlu adanya energi lain yang bisa menjadi pilihan sebagai alternatif.

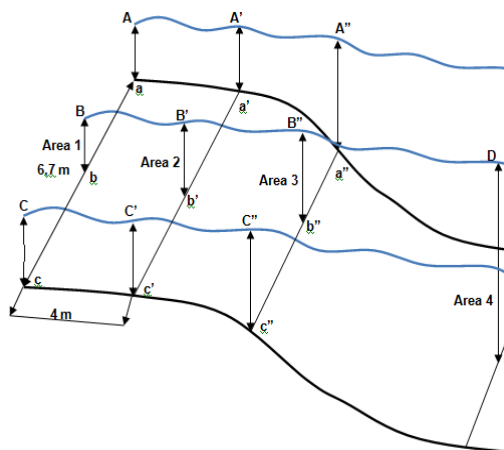
Di Desa Magalau Hulu saat ini sedang

direncanakan sebuah turbin air Kaplan yang nantinya akan digunakan sebagai salah satu bagian dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Di desa tersebut terdapat 33 Kepala Keluarga yang tidak mendapat aliran listrik dari total 274 Kepala Keluarga disana. Sehingga untuk mewujudkan rencana tersebut maka perlu adanya referensi ilmiah yang mengkaji hal ini sehingga dapat terealisasi nantinya.

Sementara itu, teknologi yang berkembang dimasa modern ini telah mendorong para ahli untuk membuat kajian aliran dalam pipa yang

lebih praktis dan efisien. Bukan hal yang baru lagi apabila kita mendapatkan paket-paket penyelesaian masalah aliran fluida dalam bentuk program-program komputer yang disebut software. Sebagai contoh, dalam perhitungan kerugian-kerugian (*losses*), perhitungan kecepatan, debit, drop tekanan, dan lain-lain, kesemuanya dapat diolah dalam program yang telah tersedia. Sehingga tergantung data yang tersedia dan apa yang hendak dihitung agar nantinya efisiensi dari turbin itu dapat didapat maksimal..

Disamping itu bahwa dalam penyusunan dan pembuatan software - software tersebut tidak terlepas dari persamaan dasar yang telah ditemukan sebelumnya oleh para peneliti. Sehingga pertanyaannya sekarang adalah sejauh mana tingkat akurasi dari paket-paket data melalui sebuah simulasi. Metode yang dapat memvisualisasikan kajian aliran dalam pipa sangat diperlukan, terutama untuk menghemat biaya instalasi perpipaan secara keseluruhan. Sehingga dari paparan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “**Simulasi Turbin Air Kaplan pada PLTMH di Sungai Sampanahan Desa Magalau Hulu Kabupaten Kotabaru**”.



Gambar 1 Kondisi Sungai Sampanahan

Titik	Percobaan	t (s)	s (m)	v (m/s)
A-A'	1	4,35	4	0,948
	2	4,01		
	3	4,31		
	$\sum A$	4,22		
B-B'	1	3,85	4	1,067
	2	3,25		
	3	4,17		
	$\sum B$	3,75		
C-C'	1	4,06	4	0,973
	2	4,11		
	3	4,22		
	$\sum C$	4,11		

Pengamatan Kecepatan Aliran Air Sungai Pengukuran

Pemilihan Turbin Air

Pada dasarnya daerah kerja operasi turbin air dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu:

1. Low head, dengan tinggi jatuh air dibawah 10 m,
2. Medium head, dengan tinggi jatuh air antara 10 sampai 50 m, dan
3. High head, dengan tinggi jatuh air diatas 50 m..

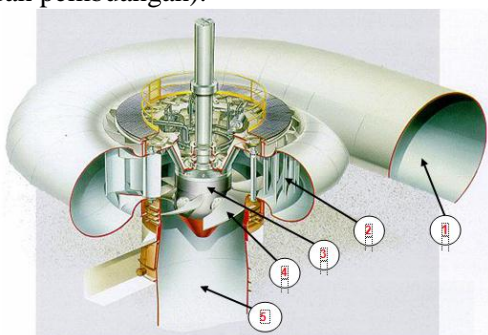
Tabel 1 Daerah Operasi Turbin Air (Ramli Kadir. 2010)

Jenis turbin	Head (m)
<i>Kaplan dan Propeller</i>	2 < H < 20
<i>Francis</i>	10 < H < 350
<i>Pelton</i>	50 < H < 1000
<i>Crossflow</i>	6 < H < 100
<i>Turgo</i>	50 < H < 250

Prinsip Kerja Turbin Air Kaplan

Prinsip kerja turbin kaplan adalah air yang mengalir dari water intake (kanal) mula-mula memasuki spiral casing (rumah spiral). Kemudian akibat bentuk volute dari spiral casing, air diarahkan untuk memasuki guide

vane (sudu arah) secara tangensial. Setelah keluar dari guide vane aliran air bergerak ke arah aksial karena pengaruh whirl chamber (ruang pusar) kemudian air akan memasuki runner (sudu gerak). Pada runner, aliran air mengalami perubahan momentum yang menyebabkan timbulnya putaran pada poros turbin. Air selanjutnya keluar dari turbin melalui draft tube (saluran pembuangan).



Gambar 2 Komponen Utama Turbin Air Jenis Kaplan

Keterangan Gambar 2. sebagai berikut:

1. *Spiral casing* (rumah spiral),
2. *Guide vane* (sirip pengarah),
3. *Runner* (sudu gerak),
4. *Blade* (sudu), dan
5. *Draft tube* (saluran pelepasan).

Metode CFD Menggunakan Perangkat Lunak Fluent

FLUENT adalah program komputer yang memodelkan aliran fluida dan perpindahan panas dalam geometri yang kompleks. FLUENT merupakan salah satu jenis program CFD (Computational Fluid Dynamics) yang menggunakan metode

No	Besaran	Simbol	Nilai	Satuan
1	Diameter <i>penstock</i>	D_p	0,99	m
2	Panjang <i>penstock</i>	L_p	4,02	m
3	Tebal <i>penstock</i>	t_p	9,9	mm

diskritisasi volume hingga. FLUENT memiliki fleksibilitas *mesh*, sehingga kasus-kasus aliran fluida yang memiliki *mesh* tidak terstruktur

akibat geometri benda yang rumit dapat diselesaikan dengan mudah.

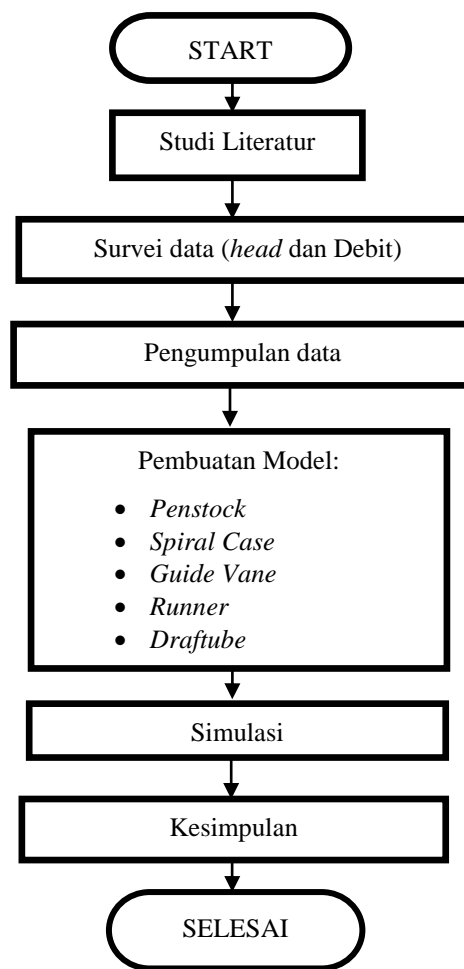
METODE PENELITIAN

Lokasi sungai Sampanahan Desa Magalau hulu, Kecamatan Kelumpang Barat, Kabupaten Kota Baru. Dengan profil sungai sebagai berikut:

$$LS = 2,6597^\circ$$

$$BT = 116, 6597^\circ$$

$$H = 85 \text{ m (diatas permukaan laut)}$$



HASIL DAN PEMBAHASAN

Jadi rata-rata kecepatan aliran air sungai adalah:

$$\sum v = \frac{V(A - A') + V(B - B') + V(C - C')}{3} = \frac{0,948 + 1,067 + 0,973}{3} = 0,99 \text{ m/s}$$

Jadi rata-rata debit aliran air sungai adalah:

$$\sum Q = \frac{\text{total debit}}{2} = \frac{3,77}{2} = 1,89 \text{ m}^3/\text{s}$$

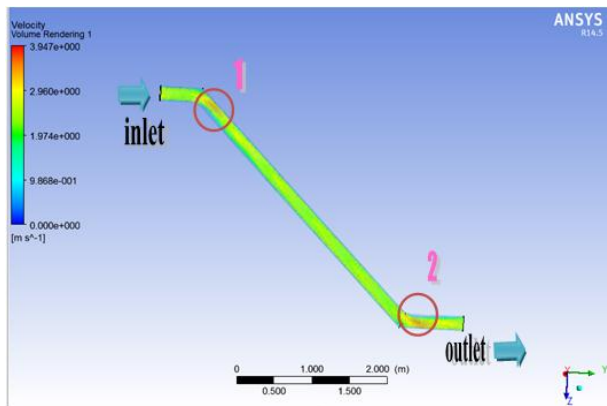
Simulasi menggunakan program Ansys Fluent

Sebelum melakukan simulasi, data-data yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

1. Dari pengamatan diperoleh bahwa pada aliran sungai, debit rata-rata yang mengalir adalah $Q = 1.89 \text{ m}^3/\text{s}$. Sehingga didapatkan besar kecepatan aliran masuk (v) yang masuk kedalam pipa penstock adalah $2,556 \text{ m/s}$ (diperoleh dari perhitungan).
2. Gaya grafitasi sebesar $g = 9.8 \text{ m/s}$.
3. Air yang digunakan diasumsikan adalah air biasa dengan suhu rata-rata 25°C dan nilai $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$

Penstock

kecepatan air di dalam pipa penstock memiliki nilai inlet velocity= $2,556 \text{ m/s}$, serta outlet velocity= $3,057 \text{ m/s}$ dapat dilihat menggunakan simulasi seperti gambar 8 berikut:



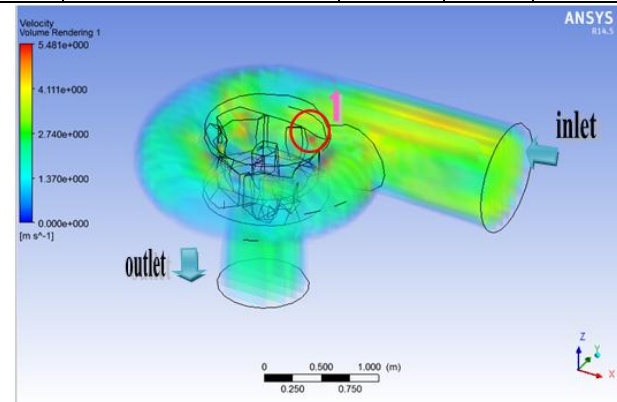
Gambar 3 kecepatan Aliran pada Penstock

Terlihat pada gambar 3 simulasi pada pipa penstock, terjadi kecepatan tinggi pada dua titik yaitu titik pertama yang dekat dengan inlet (lingkaran 1) serta titik kedua sekitar outlet pipa (lingkaran 2). Pada titik (1) terjadi kecepatan tinggi dikarenakan head air yang tinggi pada bagian tersebut. Pada titik (2) terjadi kecepatan tinggi dikarenakan karena pesatnya aliran air yang turun menuju outlet oleh gaya gravitasi.

Spiral Case

Pada spiral case, kecepatan air di dalam spiral case memiliki nilai inlet velocity= $3,057 \text{ m/s}$, serta outlet velocity= $3,533 \text{ m/s}$ dapat dilihat menggunakan simulasi seperti gambar 4 berikut:

No	Besaran	Simbol	Nilai	Satuan
1	Diameter luar <i>runner</i>	D_1	0,72	m
2	Diameter leher poros	D_N	0,29	m
3	Lebar <i>runner</i>	B_X	0,22	m
4	Diameter tengah <i>runner</i>	D_X	0,51	m
5	Tinggi sudu pengarah (<i>guide vane</i>)	b	0,30	m
6	Jumlah <i>blade</i>	z	10	buah
7	Jarak antar <i>blade</i>	t	0,091	m



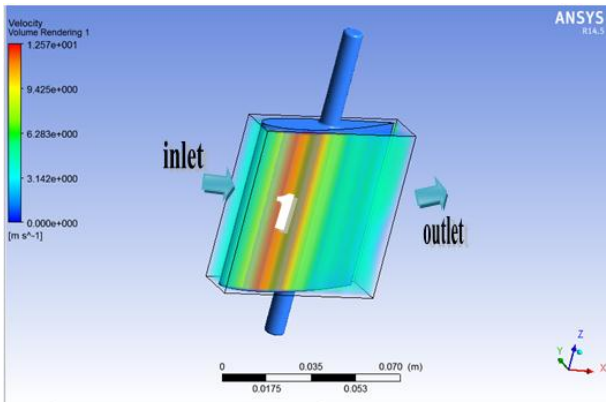
Gambar 4 Kecepatan Aliran pada Spiral Case

Terlihat pada gambar 4 simulasi pada pipa spiral case, terjadi kecepatan tinggi pada titik

pertama yang dekat dengan outlet (lingkaran 1). Pada titik (1) terjadi kecepatan tinggi dikarenakan aliran air yang berasal dari penstok mengalami perbedaan luas penampang yang mengecil pada bagian tersebut.

Guide Vane

Pada guide vane, kecepatan air di pada sudu guide vane memiliki nilai inlet velocity= 3,533 m/s, serta outlet velocity= 4,008 m/s dapat dilihat menggunakan simulasi seperti gambar 10 berikut:

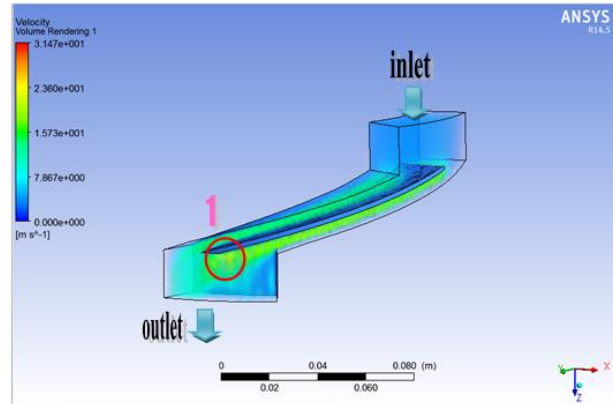


Gambar 5 Kecepatan Aliran pada Guide Vane

Terlihat pada gambar 5 simulasi pada sudu guide vane, terjadi kecepatan tinggi pada titik pertama yang dekat dengan inlet (lingkaran 1). Pada titik (1) terjadi kecepatan tinggi dikarenakan aliran air yang keluar dari penstok melewati celah sempit sudu pada bagian tersebut.

Runner

Pada runner, kecepatan air di pada sudu runner memiliki nilai inlet velocity= 4,008 m/s, serta outlet velocity= 7,553 m/s dapat dilihat menggunakan simulasi seperti gambar 11 berikut:

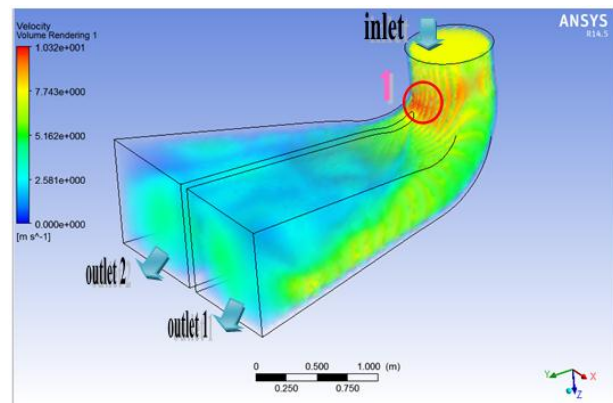


Gambar 6 Kecepatan Aliran Pada Sudu Runner

Terlihat pada gambar 6 simulasi pada sudu runner, terjadi kecepatan tinggi pada titik pertama dekat inlet yang berada dibawah sudu (lingkaran 1). Pada titik (1) terjadi kecepatan tinggi dikarenakan aliran air yang keluar dari guide vane jatuh dan terbelah menjadi dua menyusuri bagian atas dan bawah sudu runner yang memiliki sudut kemiringan pada bagian tersebut. Pada titik (1) merupakan ujung paling bawah dari sudu sehingga karena perbedaan ketinggian menyebabkan kecepatannya meningkat

Draftube

Pada draftube, kecepatan air di pada pipa draftube memiliki nilai inlet velocity= 7,553 m/s, outlet 1 velocity= 2,2969 m/s, serta outlet 2 velocity= 2,32079 m/s dapat dilihat menggunakan simulasi seperti gambar 12 berikut:



Gambar 7 Kecepatan Aliran Pada Drafttube

Terlihat pada gambar 7 simulasi pada pipa draftube, terjadi kecepatan tinggi pada titik pertama dekat inlet yang berada di bagian atas draftube (lingkaran 1). Pada titik (1) terjadi kecepatan tinggi dikarenakan aliran air yang berasal dari runner jatuh bebas sebelum kemudian dipisahkan kedalam dua *outlet* yang dimiliki *draftube*, sehingga kecepataannya menurun setelah alirannya terbagi.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi Turbin Air Kaplan di Sungai Sampanahan Desa Magalau Hulu Kabupaten Kotabaru diperoleh kesimpulan berikut :

1. Kecepatan air di dalam pipa penstok memiliki nilai inlet velocity= 2,556 m/s, serta outlet velocity= 3,057 m/s
2. Pada spiral case, kecepatan air di dalam spiral case memiliki nilai inlet velocity= 3,057 m/s, serta outlet velocity= 3,533 m/s.
3. Pada titik spiral case terjadi kecepatan tinggi dikarenakan aliran air yang berasal dari penstok mengalami perbedaan luas penampang yang mengecil pada bagian tersebut.
4. Pada guide vane, kecepatan air di pada sudu guide vane memiliki nilai inlet velocity= 3,533 m/s, serta outlet velocity= 4,008 m/s.
5. Pada runner, kecepatan air di pada sudu runner memiliki nilai inlet velocity= 4,008 m/s, serta outlet velocity= 7,553 m/s.
6. Pada draftube, kecepatan air di pada pipa draftube memiliki nilai inlet velocity= 7,553 m/s, outlet 1 velocity= 2,2969 m/s, serta outlet 2 velocity= 2,32079 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ansys Inc. *Ansys Fluent Documentation*. Ansys Inc.
- [2]. Ansys Fluent Theory Guide. (2014).(<http://ansys.com>)
- [3]. Dietzel, Fritz. (1990). Turbin, Pompa dan Kompresor. Erlangga: Jakarta
- [4]. Hendri. (2009). Turbin Air Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro, (http://hendri168.files.wordpress.com/2009/02/turbin-air-utk_website.doc), diakses 8 Februari 2014.
- [5]. Munson, Bruce. (2005). *Mekanika Fluida, Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- [6]. Warnick. C. C. (1984). *Hydropower Engineering*. Professor of Civil Engineering. University of Idaho Moscow, Idaho