

PREDIKSI POTENSI DAYA MINI HIDRO TAHUN 2017 BERDASARKAN DATA DEBIT PADA DAS DUKUN BETUAH DI KABUPATEN MERANGIN PROVINSI JAMBI

Sedewa Winditiatama¹⁾, Sobriyah²⁾, Setiono³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : windyfamous@gmail.com

Abstract

Mini hydro can be an important alternative to prioritized and developed in Indonesia, because of many rivers flow down from the mountains to the sea properly unutilized. Based on shortly debit measurements observations on 8th June 2013 in Dukun Betuah waterfall is known water flowing debit in Dukun Betuah waterfall is 3,102 m³/second and has 134,97m head (water falling height) and assume that turbines efficiency is 0,8. It can be calculated that the power potential generated is 3285.78 kW, so it can be classified as a Mini Hydro Power Generation (PLTM) which has a capacity range from 100 kW up to 5000 kW. Based on the data above will be conducted a potensial power prediction will be generated in the coming year to support the construction of Mini Hydro Power Generation.

This research method use quantitative descriptive methods with collecting data techniques from source or related agency so that in this research data that is used are secondary data. The research stages carried out by preparing the debit data in the year of 2000-2011. For the years 2012-2017 discharge data prediction using Artificial Neural Networks (ANN) backpropagation with the help of MATLAB software. Electrical power is estimated based on the results of the debit predictions.

The result obtained from this research is the power potential prediction in the year of 2012-2017. Can be seen the increase and decrease of power each year. Power in 2012-2017 did not increase and decrease drastically at the beginning of January to May, then began to decrease until July. The power generated in that month is quite small due to decreasing debit flowing. In August an increasing of power happened again until December. It can be considered to add components of power storage capacity >1000 kW to fulfill the shortage of power at the time of debit decreased.

Keywords: Neural Networks, Mini Hydro Potential Prediction

Abstrak

Mini hidro dapat menjadi alternatif penting untuk dikedepankan dan dikembangkan di Indonesia, karena banyaknya sungai-sungai yang mengalir mulai dari lokasi pegunungan hingga turun ke laut tanpa termanfaatkan dengan baik. Berdasarkan hasil pengamatan pengukuran debit sesaat pada tanggal 8 juni 2013 di Air Terjun Dukun Betuah diketahui debit air yang melimpas adalah 3,102 m³/detik serta memiliki *Head* (tinggi jatuh air) 134,97 m dan diasumsikan efisiensi turbin adalah 0,8. Jadi dapat di hitung potensi daya yang dihasilkan adalah 3285,78 kW, sehingga dapat diklasifikasikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) yang memiliki kisaran kapasitas daya antara 100 kW sampai dengan 5000kW. Berdasarkan hal tersebut dilakukan prediksi potensi daya yang akan di hasilkan di tahun tahun yang akan datang guna mendukung pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro.

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan teknik pengumpulan data dari sumber atau instansi terkait sehingga pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder. Tahapan penelitian yang dilaksanakan dengan mempersiapkan data debit pada tahun 2000 – 2011. Untuk prediksi data debit tahun 2012-2017 menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation* dengan bantuan *software* Matlab. Daya listrik diestimasikan berdasarkan hasil prediksi debit tersebut.

Dari hasil penelitian ini didapat prediksi potensi daya pada tahun 2012-2017. Dan dilihat peningkatan serta penurunan daya di tiap tahunnya. Daya pada tahun 2012-2017 tidak mengalami kenaikan dan penurunan secara drastis di awal bulan Januari sampai bulan Mei, kemudian mulai menurun sampai bulan Juli. Daya yang di hasilkan di bulan tersebut cukup kecil dikarenakan menurunnya debit yang mengalir. Pada bulan Agustus terjadi peningkatan daya kembali sampai bulan Desember. Hal ini dapat menjadi pertimbangan untuk menambahkan komponen penyimpan daya dengan kapasitas >1000kW untuk memenuhi kekurangan daya pada saat debit mengalami penurunan. Dengan demikian pelayanan listrik dapat dilakukan dengan stabil.

Kata kunci : Jaringan Syaraf Tiruan, Prediksi Potensi Mini Hidro

PENDAHULUAN

Banyak sungai-sungai yang mengalir mulai dari pegunungan sampai ke laut tanpa dimanfaatkan dengan baik. Berdasarkan hal tersebut maka bisa dimanfaatkannya untuk pengembangan teknologi PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro). Diharapkan dengan adanya Pembangkit Listrik Tenaga Mini hidro (PLTM), akan merangsang pertumbuhan ekonomi pedesaan terutama industri kecil dan rumah tangga.

Jaringan Syaraf Tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi, dapat digunakan untuk meramalkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada dimasa lampau. Jaringan Syaraf Tiruan memiliki kemampuan untuk mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah terjadi sebelumnya (Siang, 2005). Dalam penelitian ini pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan yang sesuai adalah *backpropagation* (propagasi balik), karena model ini dapat melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan dalam memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2005). Penggunaan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan sebelumnya pernah dilakukan Rr. Rintis Hadiani dkk, (2009) yaitu Metode Jaringan Syaraf Tiruan untuk Simulasi Data (Studi Kasus untuk Prediksi Data Debit berdasarkan Data Hujan) dan Analisis Kekeringan Hidrologi (studi kasus di Sub DAS Kali Asem Lumajang) dan Pernah dilakukan juga oleh Heri Eko Prasetyo, (2014) Yaitu Analisis Data runtun waktu Debit menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan di DAS Wuryantoro pada AWLR Kecamatan Wuryantoro.

Berdasarkan hasil pengamatan pengukuran debit sesaat pada tanggal 8 juni 2013 di lapangan oleh PT DESAINAS diketahui debit air yang melimpas di air terjun Dukun Betuah adalah 3,102 m³/detik serta memiliki *Head* (tinggi jatuh air) 134 m dan diasumsikan efisiensi turbin adalah 0,8. Dari hasil pengukuran sesaat tersebut dapat di hitung potensi daya yang dihasilkan adalah 3262,16 kW, sehingga dapat diklasifikasikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) yang memiliki kisaran kapasitas daya antara 100 kW sampai dengan 5000kW. Dari pengamatan debit air tersebut dinilai memiliki potensi untuk dibangun pembangkit baru agar dapat mengoptimalkan pemanfaatan tenaga air untuk pembangkit listrik. Berdasarkan hal tersebut dilakukan prediksi potensi daya yang akan di hasilkan di tahun-tahun yang akan datang guna mendukung pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro sebagai upaya memaksimalkan potensi sumber daya air dan juga merangsang pertumbuhan ekonomi industri kecil dan rumah tangga di Desa Rantau Suli Kecamatan Air Tenang, Kabupaten Merangin Provinsi Jambi.

Rumusan masalah dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang adalah :

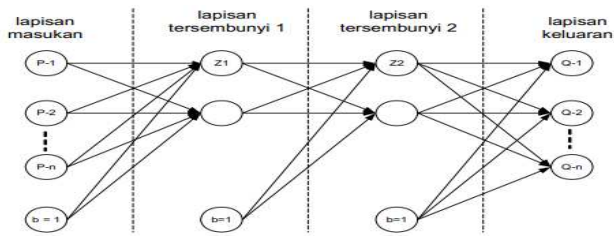
- 1) Bagaimana prediksi debit bulanan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan pada DAS Sungai Dukun Betuah?
- 2) Bagaimana prediksi potensi daya mini hidro (kW) pada kurun waktu 2011-2017?

TINJAUAN PUSTAKA

Melihat potensi sumber energi yang ada yaitu dari DAS Dukun Betuah yang belum di aplikasikan optimal. Hal inilah perlu dilakukan suatu pengamatan prediksi debit untuk mengetahui potensi daya listrik (kW) mikrohidro yang dihasilkan pada masa yang akan datang. Kelebihan dari JST adalah bahwa model ini mempunyai masukan lebih dari satu peubah dan keluaran lebih dari satu parameter. Menurut Zurada (1992), metodenya meniru cara kerja sistem syaraf manusia yang lenting mengikuti pola pembelajaran (Reda Taha, 2002; Heri Eko Prasetyo, 2014).

Jaringan Syaraf Tiruan

JST dapat digunakan untuk memprediksi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa lampau serta faktor-faktor yang terkait. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi (Siang, 2005). Sebuah JST umumnya terdiri dari tiga layer yaitu input layer, hidden layer dan output layer. Layer input (*input layer*) terdiri dari neuron-neuron yang menerima sebuah input dari lingkungan luar. Input yang dimasukkan merupakan penggambaran dari suatu masalah. Layer tersembunyi (*hidden layer*) terdiri dari neuron-neuron yang menerima masukan dari input layer, dan kemudian membawa output ke layer berikutnya seperti pada Gambar 1. Lapisan output disebut unit-unit output, terdiri dari neuron-neuron.



Gambar 1. JST untuk Perhitungan Debit

Dengan P_1 = masukan data ke-1, P_n = masukan data ke-n, $Z_{1.1}$ = peubah bantu ke-1 pada lapisan tersembunyi 1, $Z_{1.2}$ = peubah bantu ke-2 pada lapisan tersembunyi 1, $Z_{2.1}$ = peubah bantu ke-1 pada lapisan tersembunyi 2, $Z_{2.2}$ = peubah bantu ke-2 pada lapisan tersembunyi 2, $b (=1)$ = nilai bias yang ditentukan sama dengan satu, Q_n = keluaran data ke-n.

Jaringan Syaraf Tiruan dengan Program Matlab

Prosedur aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut: data sekunder yang didapat dientry ke dalam Microsoft Excel selanjutnya dilakukan penyusunan pola. Lalu data yang telah dibentuk pola diinputkan ke dalam bahasa pemrograman Matlab. Setelah pola terbentuk data ditransformasikan ke interval $[0,1 ; 0,9]$. Tujuan dari transformasi ini untuk menyesuaikan data dengan fungsi aktivasi yang digunakan. Selanjutnya dilakukan proses memprediksi dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Setelah didapatkan hasil prediksi lalu dibandingkan dengan data lapangan yang ada. Perintah yang dipakai adalah `net = newff`, kemudian gunakan perintah `init (net)` untuk menginisialisasi semua bobot dan bias dengan bilangan acak baru atau mencoba parameter baru. Gunakan perintah `net = train` untuk melatih jaringan dan melihat bobot akhirnya, pelatihan ini juga digunakan untuk meminimumkan kuadrat kesalahan rata-rata. Setelah itu simulasi jaringan dengan perintah `sim`, perintah ini digunakan di *Backpropagation* untuk menghitung keluaran jaringan berdasarkan arsitektur, pola masukan dan fungsi aktivasi yang dipakai.

Uji Hasil Analisis Model

Uji hasil analisis model berdasarkan *theory of runs* untuk mengetahui durasi dan frekuensi hujan pada waktu tertentu. Teori ini menganalisis bahwa dua proses kejadian (dalam ini hidrologi) yang berurutan dan bersebrangan pada suatu batasan dalam suatu kurun waktu tertentu dapat mengidentifikasi kondisi hidrologi (Yevjevich, 1972 ; Rintis dkk, 2009). Parameter statistik dalam uji ini ialah taksiran *run-length* dalam deret data keluaran. Dalam *theory of runs*, m adalah *positive run-length* dan n adalah *negative run-length*. Maka total *run-length*, r adalah $m + n$. nilai taksiran r , $E(r)$, dinyatakan dengan kementakan q untuk taksiran *positive run-length*, m , dan p adalah nilai taksiran probabilitas untuk *negative run-length*, n . Hubungan ini dinyatakan sebagai persamaan (Yevjevich, 1972 ; Rintis dkk, 2009):

$$E(r_q) = \frac{1}{q(1-p)} = \frac{1}{pq} \dots\dots\dots [1]$$

Dengan syarat batas $0 < q < 1$

$$p = \frac{m}{m+n} ; q = \frac{n}{m+n} \dots\dots\dots [2]$$

Rerata total *run-length*, r_q , dalam suatu deret dengan N data dinyatakan sebagai berikut :

$$\bar{r}_q = \frac{1}{k_r} \sum_{j=1}^{k_r} r_{q,j} \dots\dots\dots [3]$$

dengan :

\bar{r}_q = total *run-length* berdasarkan q (probabilitas),

$j = 1, 2, 3, \dots, k_r$,

k_r = jumlah total *run-length*.

Dalam analisis model, taksiran keluaran harus berada dalam batas toleransi yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{1}{pq} - \frac{t_{\alpha/2}}{pq} \left(\frac{p^3 + q^3}{k_r} \right)^{1/2} \leq r_q \leq \frac{1}{pq} + \frac{t_{\alpha/2}}{pq} \left(\frac{p^3 + q^3}{k_r} \right)^{1/2} \dots\dots\dots [4]$$

dengan a = batas toleransi (5%) dan t adalah nilai distribusi normal dari “Tabel t”.

Koefisien Kolerasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan dua variable namun tidak secara otomatis menunjukkan hubungan kausalitas antar variabel. Hubungan dalam korelasi dapat berupa hubungan linier positif dan negatif. Interpretasi koefesien korelasi akan menghasilkan makna kekuatan, signifikansi dan arah hubungan kedua variabel yang diteliti. Untuk melihat kekuatan koefisien korelasi didasarkan pada jarak yang berkisar antara 0-1. Untuk melihat signifikansi hubungan digunakan angka signifikansi / probabilitas / alpha. Untuk melihat arah korelasi dilihat dari angka koefisien korelasi yang menunjukkan positif atau negatif (Jonathan Sarwono, 2010; Heri Eko Prasetyo, 2014).

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\} \{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}}} \dots\dots\dots [5]$$

dengan:

- r = koefisien korelasi
- x = debit simulasi (m³/dt)
- y = debit lapangan (m³/dt)

Kalibrasi Model

Permasalahan yang biasa timbul dalam proses kalibrasi adalah tingkat kesesuaian antara keluaran model dengan hasil pengamatan. Tingkat kesesuaian ini di tinjau dari % kesalahan yang terjadi dan disarankan sekecil mungkin tanpa menyebutkan suatu nilai (Fleming,1975; HEC-1,1990; Sobriyah,2012). Tri budi Utama (1995) menganggap bahwa hasil model konservasi sumberdaya air yang dikembangkan cukup baik jika % kesalahan untuk debit musim kemarau <10 % dan musim hujan <25 %. Sofyan dkk. (1995) menetapkan bahwa kesalahan hidrograf banjir hasil simulasi sebesar 10 – 20 % masih dapat diterima. Nijssen, B. , dkk. (1997) dalam *running* modelnya pada sungai columbia menggunakan batasan kesalahan untuk debit rerata tahunan sebesar 0% - 20,2%.

Tingkat kesesuaian yang perlu dilihat pada model yang berorientasi pada banjir adalah sebagai berikut :

$$\Delta Qc = \frac{|Q_{pp}-Q_{ps}|}{Q_{pp}} 100\% \dots\dots\dots [6]$$

dengan:

- ΔQc = beda debit puncak antara pengamatan dan simulasi,
- Q_{pp} = debit puncak pengamatan,
- Q_{ps} = debit puncak simulasi.

Analisis Reliabilitas Parameter

Analisis *reliabilitas* parameter dilakukan untuk mengetahui kevalidan dan keandalan parameter model dalam memprediksi debit suatu DAS. Cara verifikasi dilakukan dengan menggunakan metode statistik pada parameter model, uji kesesuaian parameter. Model merupakan metode yang menjelaskan sampel untuk dibuat generalisasi populasi, maka digunakan uji kesesuaian model berbasis sampel (Zulganef, 2004 ; Rr. Rintis Hadiani, 2009). Suatu model biasa diterima sebagai instrumen analisis bila model valid, yaitu hasilnya tidak berbeda dengan senyatanya (Heri Eko Prasetyo, 2014).

Rumus umum yang digunakan adalah persamaan Cronbach, alpha sebagai persamaan (zulganef, 2004; Rr. Rintis Hadiani, 2009; Heri Eko Prasetyo, 2014) :

$$\alpha_r = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_i^2 + 2(\sum \sigma_{ij})} \right] \dots\dots\dots [7]$$

dengan :

σ_i^2 = jumlah varian i (merupakan jumlah diagonal),

σ_{ij} = kovarian item i dan j,

$\sigma_i^2 + 2(\sum \sigma_{ij})$ = total varian

nilai α_r adalah besar keandalan model.

Untuk menentukan keamatan hubungan dapat digunakan kriteria Guilford (1956) adalah :

- >0 – 0,20 : *reliabilitas* sangat rendah (keandalan jelek)
- >0,20 – 0,40 : *reliabilitas* rendah (keandalan kurang baik)
- >0,40 – 0,60 : *reliabilitas* sedang (keandalan cukup baik)
- >0,60 – 0,800 : *reliabilitas* tinggi (keandalan baik)
- >0.800 – 1.00 : *reliabilitas* sangat tinggi (keandalan sangat baik)

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data debit, kemudian langkah selanjutnya dilakukan uji kepenggahan atau validitas untuk mengetahui keakuratan data. Data hasil uji panggah atau valid kemudian digunakan sebagai data *input* untuk diproses kedalam pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan. Proses dalam menganalisis berlanjut sampai mendapatkan data debit sebagai keluaran yang sesuai dengan data debit senyatanya. Model JST yang dibuat menggunakan masukan data debit dan keluaran data debit. Jumlah data masukan disimulasi. Simulasi jumlah data masukan (data debit) 6 tahun dengan keluaran 6 tahun. Hasil simulasi dihitung korelasi dan kalibrasi kemudian dihitung potensi daya (kW) yang dihasilkan pada tahun 2012-2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data debit yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data debit Sungai Dukun Betuah yang terdapat pada DAS Air Terjun Dukun Betuah. Data tersebut di uji kepenggahan atau validitas untuk mengetahui keakuratan data maka metode uji kepenggahan digunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) selama 12 tahun (2000-2011).

Tabel 1. Data Debit Rerata bulanan DAS Dukun Betuah Tahun 2000 - 2011

Tahun	Data Debit Rerata Bulanan DAS Dukun Betuah (m ³ /dt)											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Jan	3,709	2,313	4,545	8,837	4,954	5,358	4,006	7,480	5,602	3,158	6,484	2,186
Feb	2,588	1,434	3,332	6,812	4,150	5,909	6,085	6,535	5,698	2,434	5,628	1,807
Mar	1,581	0,794	4,645	9,190	5,334	9,281	5,384	4,934	5,781	4,540	8,746	1,587
Apr	2,012	2,120	5,350	10,146	6,224	9,255	4,774	4,633	5,186	4,778	7,840	4,863
Mei	1,282	1,396	6,518	6,398	7,147	7,876	4,683	5,293	3,195	2,563	6,028	5,455
Jun	3,142	0,506	5,220	3,974	2,875	2,961	3,395	5,900	2,881	1,658	4,414	2,412
Jul	3,802	0,619	2,102	3,283	2,756	2,278	1,216	5,570	2,296	0,785	2,924	0,778
Ags	3,343	0,661	0,844	1,664	1,211	1,950	0,608	3,301	2,034	3,025	4,963	0,389
Sep	2,388	3,453	0,530	4,613	2,311	1,332	0,237	2,388	2,221	4,849	3,139	0,980
Okt	2,687	3,231	1,803	5,320	1,513	1,612	0,155	2,723	3,148	6,568	1,670	4,590
Nov	6,009	3,133	6,565	5,670	4,268	2,559	2,953	2,604	4,124	7,403	1,547	7,005
Des	3,142	3,089	7,711	4,134	4,308	3,072	5,191	3,441	3,172	6,802	0,544	4,582

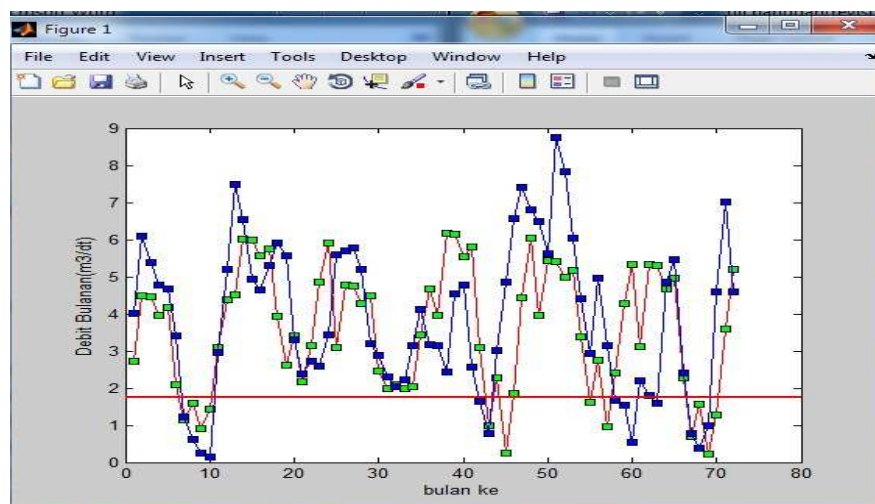
Tabel 2. Hasil Uji Kepenggahan dengan Metode RAPS

Tahun	I	SK	Kum SK	SK**	Kum SK**	Absolut
2001	9,250E+07	-2,762E+07	-2,762E+07	-8,894E-01	-8,894E-01	8,894E-01
2002	5,896E+07	-6,115E+07	-8,877E+07	-1,969E+00	-2,859E+00	2,859E+00
2003	1,274E+08	7,324E+06	-8,144E+07	2,359E-01	-2,623E+00	2,623E+00
2004	1,815E+08	6,143E+07	-2,001E+07	1,978E+00	-6,444E-01	6,444E-01
2005	1,220E+08	1,839E+06	-1,817E+07	5,922E-02	-5,851E-01	5,851E-01
2006	1,385E+08	1,841E+07	2,389E+05	5,928E-01	7,693E-03	7,693E-03
2007	1,003E+08	-1,983E+07	-1,960E+07	-6,388E-01	-6,311E-01	6,311E-01

2008	1,420E+08	2,193E+07	2,335E+06	7,063E-01	7,519E-02	7,519E-02
2009	1,175E+08	-2,600E+06	-2,651E+05	-8,372E-02	-8,538E-03	8,538E-03
2010	1,259E+08	5,760E+06	5,494E+06	1,855E-01	1,769E-01	1,769E-01
2011	1,398E+08	1,967E+07	2,516E+07	6,334E-01	8,103E-01	8,103E-01
2012	9,495E+07	-2,516E+07	-1,937E-07	-8,103E-01	-6,328E-15	6,328E-15
JUMLAH	1,441E+09					
RATA-RATA	1,201E+08					
SD	3,105E+07					
Q Abs maks	2,8587					
$\frac{Q}{\sqrt{n}}$	0.8252	<	1,065			
				Nilai Kritik	KETERANGAN	
					PANGGAH	

Analisis Debit Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode *Backpropagation*

Analisis debit pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prediksi potensi daya Mini Hidro pada kurun waktu 2012-2017 pada DAS Dukun Betuah Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. Untuk perancangan jaringan syaraf tiruan dan variabel-variabelnya berdasarkan penelitian Rintis Hadiani (2011), dan penelitian Heri Eko Prasetyo (2014). Data debit nantinya digunakan sebagai target pelatihan dan untuk divalidasi dengan hasil simulasi debit.



Gambar 2. Hidrograf Hasil Simulasi Debit Bulanan DAS Dukun Betuah

Gambar 4.3 adalah hidrograf hasil simulasi debit yang menunjukkan hasil simulasi hampir mendekati sama dengan data debit observasi, sehingga hasil *output* dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Apabila grafik hasil simulasi belum mendekati data debit observasi maka dilakukan *running* kembali dengan mengubah parameternya.

Validitas Data Simulasi Debit

Validitas data hasil simulasi dengan bantuan alat *software Matlab* berdasarkan metode *Backpropagation* perlu di validasi untuk perhitungan selanjutnya. Kelayakan data hasil simulasi juga dapat ditinjau ada *output* dari program *software Matlab* yang disimpan dalam bentuk format *Ms Excel (.xls)*, yang dapat menampilkan nilai batas atas dan batas bawah. Untuk validasi data ini maka nilai signifikansi yang digunakan harus berada diantara nilai Batas atas dan batas bawah. Dari hasil simulasi nilai signifikansi yang terjadi adalah 11,3934, karena nilai signifikansi yang terjadi berada di antara nilai batas atas dan batas bawah yaitu $8,2753 < 11,3934 < 11,9747$, maka data hasil simulasi tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Apabila nilai signifikansi tidak memenuhi syarat yang ditentukan maka perlu dilakukan *running* kembali.

Tabel 3. Hasil Simulasi Debit Dengan Masukan 6 Tahun

Tahun	Debit m3/det
-------	--------------

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
JAN	2,5491	4,3597	2,9128	3,7086	3,8003	2,8813
FEB	2,2590	4,0955	2,6448	3,3091	3,5265	2,5012
MAR	2,5968	4,3956	2,9632	3,7615	3,8315	2,9383
APR	2,8576	4,6248	3,2110	4,1067	4,0625	3,2741
MEI	1,8503	3,7088	2,2796	2,7214	3,1141	1,9549
JUNI	0,9444	2,2452	1,9808	0,3861	1,0870	0,3004
JULI	0,5679	1,4924	1,9784	0,0000	0,0000	0,0000
AGUST	1,3068	2,9485	2,0012	1,5209	2,1141	1,0485
SEPT	2,9967	4,7524	3,3387	4,2998	4,1954	3,4570
OKT	5,2324	6,6486	5,5211	7,1415	6,0494	6,2848
NOV	5,1304	6,5624	5,4214	7,0122	5,9653	6,1560
DES	3,9461	5,5589	4,2644	5,5088	4,9851	4,6588

Korelasi

Data untuk pengujian korelasi hanya bisa dilakukan pada data yang jumlahnya sama dalam hal ini hanya data debit hasil simulasi dengan data debit observasi. Selanjutnya pada program *Microsoft excel* dengan ketik =CORREL kemudian klik hasil simulasi dan klik data obsevasi, maka didapat hasil korelasinya. Jika harga koefisien kolerasi antara 0,8 hingga 1,0 menunjukkan adanya derajat asosiasi/ keterikatan yang tinggi. Dengan masukan data debit 6 tahun diperoleh korelasi sebesar 0,4867, maka hubungan kedua variable antara data hasil simulasi dan hasil observasi dinilai masih lemah.

Kalibrasi Model

Tri budi Utama (1995) menganggap bahwa hasil model konservasi sumberdaya air yang dikembangkan cukup jika % kesalahan untuk debit musim kemarau <10% dan musim hujan <25%.Selanjutnya tingkat kesesuaian pada data observasi dan data simulasi di hitung dengan persamaan 6.

Dari hasil prehitungan didapat prosentase sebesar 25,85%. Tingkat kesalahan dari kesesuaian debit hasil observasi dan hasil simulasi tersebut dianggap mendekati batas kesalahan sebesar <25% pada musim hujan. Dengan demikian dinilai % tingkat kesalahan kurang baik, karena masih berada diatas batas ketentuan kriteria % kesalahan.

Analisis Reliabilitas

Data σ_i^2 dan σ_{ij} diperoleh dari bantuan *tool Microsoft Excel* dengan memberi perintah “var” dan “covar”. Maka data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= 72 \\ \sigma_i^2 &= 2,7920 \\ \sigma_{ij} &= 1,6556 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 2.5, maka perhitungan *reliabilitas* sudah dapat dilakukan seperti berikut.

$$\alpha_r = \frac{72}{72-1} \left[1 - \frac{2,7920}{2,7920 + 1,6556} \right] * 100 = 55,02\%$$

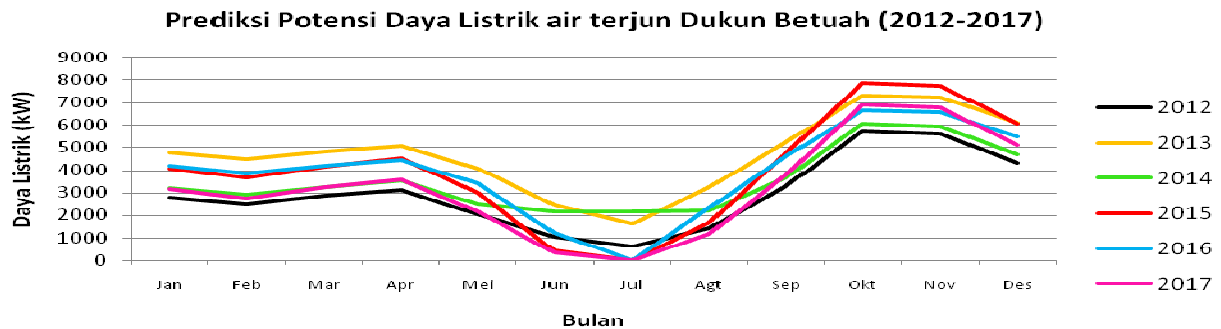
Hasil perhitungan analisis *reliabilitas*, keandalan diperoleh keandalan sebesar 55,02%. Hasil perhitungan analisis *reliabilitas* tersebut masuk kedalam kriteria keandalan menurut Guilford (1956) yaitu $0,40 < 0,55 < 0,60$ dengan *reliabilitas* sedang, jadi keandalan hasil perhitungan cukup baik. Dari perhitungan keandalan, antara perhitungan koefisien korelasi, kalibrasi model dan analisis *reliabilitas* maka digunakan keandalan terbesar yang diperoleh dari perhitungan analisis *reliabilitas* sebesar 55,02%.

Perhitungan Daya PLTM

Selanjutnya dilakukan perhitungan daya PLTM Dukun Betuah dengan debit andalan bulanan dari setiap tahunnya yang merupakan hasil prediksi dari *output* program *Matlab*. Kemudian dilakukan perhitungandengan menggunakan parameter sbb :

$$\text{— perkiraan tinggi head} = 134 \text{ meter}$$

- efisiensi turbin = 0,825
- gravitasi = 9,81 m³/det²
- Q = debit andalan (m³/det)



Gambar 3. Grafik Potensi Daya Listrik Tahun 2012-2017

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat kita lihat daya pada tahun 2012 di awal Januari hingga bulan-bulan berikutnya tidak mengalami kenaikan dan penurunan secara drastis sampai dengan bulan Mei mulai menurun hingga Juli, namun di bulan Juli masih menghasilkan daya yang besar dibandingkan pada bulan Juli di tahun 2013, 2015, 2016, dan 2017 yang memiliki daya kecil bahkan tidak menghasilkan daya, dikarenakan debit pada bulan Juli di tahun 2013, 2015, 2016, dan 2017 mengalami penurunan hingga terlalu sedikitnya debit yang mengalir. Untuk mengatasi daya yang tidak tersedia dikarenakan penurunan debit, dibutuhkan komponen penyimpanan daya dengan kapasitas >1000kW, sehingga dapat menyimpan daya lebih untuk mengisi kekurangan daya pada waktu debit mengalami penurunan. Dengan demikian pelayanan kebutuhan listrik dapat dilaksanakan dengan stabil.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Prediksi debit tahun 2012-2017 masih kurang baik jika di nilai dari hasil kalibrasi model didapat prosentase sebesar 25,85 %, tetapi jika dinilai dari hasil keandalan model sebesar 55,02% yang diperoleh dari analisis *reliabilitas*. Dengan demikian tingkat kesesuaian dinilai cukup baik.
- 2) Hasil perhitungan potensi daya mino hidro menunjukkan daya yang dihasilkan pada tahun 2012 – 2017 setiap tahunnya mengalami penurunan di bulan Juli, disebabkan ketersediaan debit smakin menurun dan meningkat kembali pada bulan Agustus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada kepada Prof. Dr. Ir. Sobriyah, M.S. dan Bapak Setiono, ST, MSc selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini. Kepada Ibu Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, MT sebagai nara sumber. Terima kasih kepada bapak, ibu, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa dan dukungan serta semua pihak yang membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

REFERENSI

- Charismahendra Adipradana, 2013. *Prakiraan Kekeringan Bedasarkan Data Debit Pada Daerah Aliran Sungai Tirtomoyo Di Kabupaten Wonogiri*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Heri Eko Prasetyo. 2014. *Analisis Data Runtun Waktu Debit Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Di Das Wuryantoro Pada Anlir Kecamatan Wuryantoro*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rr Rintis Hadiani. 2009. *Metode Jaringan Syaraf Tiruan untuk Simulasi Data (Studi Kasus Untuk Prediksi Data Debit berdasarkan Data Hujan)*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rr Rintis Hadiani, Bambang Suharto, Agus Suharyanto, Suhardjono. 2009. *Analisis Kekeringan Hidrologi (Studi Kasus Di Sub DASKali Asem Lumajang)*. Malang : Universitas Brawijaya Malang.
- Siang, J.J, 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunkan Matlab*. Yogyakarta : ANDI.
- Sobriyah. 2012. *Model Hidrologi*. Surakarta UNS Press.
- Yevjevich, V (1972) *Stochastic Processes in Hydrology*, Colorado, USA: Water Resources Publications, Fort Collins.