

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN TUGAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG	xv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Mengenai Lahan Bekas Tambang	6
2.1.1 Lahan Bekas Tambang Batubara di Kalimantan Timur	7
2.1.2 Kondisi Fisis Tanah Bekas Tambang Batubara	7
2.2 Pertumbuhan Beban Puncak di Kalimantan Timur	8

2.3.	Sistem <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> yang Terpasang di Beberapa Negara	9
2.4.	Curah Hujan	14
BAB III DASAR TEORI		16
3.1	Hidrologi	16
3.1.1	Presipitasi	17
3.1.2	Evapotranspirasi	17
3.1.3	Perkolasi	20
3.2	Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	20
3.2.1	Jenis-jenis Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	21
3.3	<i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	23
3.3.1	Mekanisme <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	24
3.3.2	Jenis-jenis <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	25
3.3.3	Komponen-komponen <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	26
3.4	Kerugian Dalam Pipa	28
3.4.1	Kerugian <i>Head</i> Mayor	28
3.4.2	Kerugian <i>Head</i> Minor	29
3.5	Perhitungan Energi Turbin <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	30
3.6	Perhitungan Energi Pompa <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	34
3.7	Metode Perhitungan Numeris	37
3.7.1	Persamaan Non Linear Metode Secant	37
3.7.2	Metode Runge Kutta	38
3.8	Pemilihan Turbin	39
3.9	Efisiensi Energi Sistem <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS)	43
3.10	Pola Bisnis <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS) Berdasarkan Tarif Dasar Listrik	43
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		45
4.1	Alat dan Bahan Penelitian	45
4.2	Tata Laksana Penelitian	46
4.2.1	Studi Literatur	47

4.2.2	Pengumpulan Data	47
4.2.3	Kalkulasi Potensi Daya Sistem <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS) dan Pompa	48
4.3	Rencana Hasil Analisis.....	50
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		51
5.1	Deskripsi Wilayah dan Rancangan Sistem PHS	51
5.2	Estimasi Awal Waktu Pemakaian	55
5.3	Desain Perancangan Jalur Pipa	60
5.4	Energi Turbin	62
5.5	Energi Pompa	68
5.6	Efisiensi Sistem	72
5.7	Spesifikasi Sistem <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> pada Lahan Bekas Lahan Tambang Batubara di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur	72
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		77
6.1	Kesimpulan.....	77
6.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN.....		83
A.	Data Cuaca Kota Samarinda, 2013.....	83
B.	TARIF TENAGA LISTRIK BULAN JUNI 2016	85
C.	Hasil Perhitungan Waktu Mulai Beroperasinya Sistem PHS Pada Reservoir Atas	86
D.	Hasil Perhitungan Waktu Mulai Beroperasinya Sistem PHS Pada Reservoir Bawah	87
E.	Contoh Perhitungan Daya Turbin Pada Jalur C	88
F.	Contoh Perhitungan Energi Pompa Pada Jalur Perpipaan C.....	93
G.	Hasil Perhitungan Daya Turbin Pada Jalur Perpipaan C	98
H.	Hasil Perhitungan Energi Pompa Pada Jalur Perpipaan C	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik sistem pumped hydroelectric storage di beberapa negara di dunia.....	13
Tabel 2.2 Jumlah Curah Hujan (mm) di Stasiun Temindung.....	15
Tabel 3.1 Penggolongan-Penggolongan Jenis PLTA.....	22
Tabel 3.2 Nilai Koefisien Kerugian Minor	30
Tabel 3.3 Kisaran Efisiensi Komponen-komponen PLTA pada Turbin.....	33
Tabel 3.4 Kisaran Efisiensi Komponen-komponen PLTA pada Pompa.....	36
Tabel 4.1 Alat Penelitian.....	44
Tabel 4.2 Bahan Penelitian.....	46
Tabel 5.1 Lokasi Lubang Bekas Tambang Batubara.....	51
Tabel 5.2 Luas dan Volume Reservoir Atas Berdasarkan Kedalaman.....	57
Tabel 5.3 Luas dan Volume Reservoir Bawah Berdasarkan Kedalaman.....	58
Tabel 5.4 Spesifikasi Pumped Hydroelectric Storage Berdasarkan Hasil Penelitian.....	73
Tabel 5.5 Perbandingan Variasi Jalur Perpipa.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Lapisan Batubara	8
Gambar 2.2 Grafik Kenaikan Beban Puncak Sistem Mahakan, Kalimantan Timur	9
Gambar 2.3 Skema Jalur Aliran Proyek Alqueva II.....	10
Gambar 2.4 Skema dan Variabel Kriteria Untuk Penilaian Kesesuaian Sistem <i>Pumped Storage</i>	11
Gambar 2.5 Lokasi Reservoir-Reservoir yang Dilakukan Penilaian Kesesuaian Sistem Pumped Storage.....	12
Gambar 2.6 Sifat Hujan Berdasarkan Pembagian Zona Musim di Kalimantan ..	15
Gambar 3.1 Siklus Hidrologi	16
Gambar 3.2 Prinsip Kerja <i>Pumped Hydroelectric Storage</i> (PHS) (a) Kondisi <i>discharging</i> (b) Beban pasok listrik saat <i>discharging</i> (c) Kondisi <i>charging</i> (d) Beban pasok listrik saat <i>charging</i>	25
Gambar 3.3 Pipa Pesat	27
Gambar 3.4 Pompa Turbin	28
Gambar 3.5 Penggambaran Aliran Air Dalam Sistem PHS Pada Saat Kondisi “ <i>Discharging</i> ”	31
Gambar 3.6 Penggambaran Aliran Air Dalam Sistem PHS Pada Saat Kondisi “ <i>Charging</i> ”	35
Gambar 3.7 Representasi Geometri Metode Secant	37
Gambar 3.8 Turbin Pelton	40
Gambar 3.9 Turbin Turgo	40
Gambar 3.10 Turbin Crossflow	41
Gambar 3.11 Turbin Francis	41
Gambar 3.12 Turbin Kaplan atau Propeller	42
Gambar 3.13 Grafik Penentuan Turbin	42
Gambar 4.1 Alur Tata Laksana Penelitian	46

Gambar 4.2 Diagram Alir Perhitungan Daya Pompa dan Turbin	49
Gambar 5.1 Peta Lokasi Wilayah Penelitian	52
Gambar 5.2 <i>Orthophoto</i> Lokasi Lubang Bekas Tambang	53
Gambar 5.3 Lokasi Lubang Bekas Tambang Berdasarkan Data DEM	54
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Volume dan Ketinggian Reservoir Bawah	59
Gambar 5.5 (a) Jalur Perpipaan A, (b) Jalur Perpipaan B, (c) Jalur Perpipaan C	61
Gambar 5.6 Hubungan Luas dan Kedalaman Reservoir Atas	63
Gambar 5.7 Hubungan Luas dan Kedalaman Reservoir Bawah	64
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Daya Turbin dan Waktu	67
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Kecepatan Aliran Air yang Dipompakan Terhadap Waktu	71

DAFTAR LAMBANG

Lambang

<i>Lambang</i>	<i>Kuantitas</i>	<i>Satuan</i>
ET_o	Evapotranspirasi	mm/hari
R_n	Radiasi Netto	MJm^{-2}/hari
G	<i>Soil Heat Flux Density</i>	MJm^{-2}/hari
U_2	Kecepatan Angin Pada Ketinggian 2 m	m/s
e_s	Tekanan Uap Jenuh	kPa
e_a	Tekanan Uap Aktual	kPa
$e_s - e_a$	Defisit Tekanan Uap Jenuh	kPa
Δ	Kurva Kemiringan Tekanan Uap	$kPa^{\circ}C^{-1}$
Γ	Konstanta <i>Psychometric</i>	$kPa^{\circ}C^{-1}$
P	Tekanan Atmosferik	kPa
Z	Elevasi di Atas Permukaan Laut	M
T_{min}	Suhu Minimal	$^{\circ}C$
T_{max}	Suhu Maksimal	$^{\circ}C$
RH_{mean}	Kelembaban Relatif Rata-rata	%
G_{month}	<i>Soil Heat Flux</i> Bulanan	MJm^{-2}/hari
$T_{month,i}$	Suhu Rerata Bulan i	$^{\circ}C$
$T_{month,i-1}$	Suhu Rerata Bulan Sebelumnya	$^{\circ}C$
A_p	Luas Penampang Pipa	m
v	Kecepatan Aliran dalam Pipa	m/s
f	Faktor Gesekan	-
Re	Bilangan Reynold	-
D	Diameter Dalam Pipa	m
h_{mayor}	Kerugian <i>Head</i> Mayor	m
h_{minor}	Kerugian <i>Head</i> Minor	m
K	Koefisien Kerugian	-
g	Percepatan Gravitasi	-
L	Panjang Pipa	m

P_{aliran}	Daya Aliran	MW
P_{turbin}	Daya Turbin	MW
P_{pompa}	Daya Pompa	MW
ρ	Densitas	kg/m ³
η	Efisiensi	-
Q	Debit	m ³ /s
V_H	Volume Reservoir Atas	m ³
V_L	Volume Reservoir Bawah	m ³
A_H	Luas Reservoir Atas	m ²
A_L	Luas Reservoir Bawah	m ²
E	Energi	MWh
t	Waktu	s
V_{in}	Volume Air Masuk	m ³
V_{out}	Volume Air Keluar	m ³
$V_{referensi}$	Volume Reservoir Atas pada Tinggi Referensi	m ³
T	Suhu Rata-Rata	°C