

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR NOTASI.....	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxvi
ABSTRAK.....	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Keaslian Gagasan	2
1.5. Tujuan.....	3
1.6. Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Air	5
2.1.1. Keunggulan PLTA	5
2.1.2. Kekurangan PLTA	6
2.2. Konfigurasi Bangunan PLTA.....	6
2.2.1. PLTA <i>Run-of-River</i>	6

2.2.2. PLTA <i>Storage</i>	7
2.2.3. PLTA <i>Pumped Storage</i>	8
2.2.4. PLTA <i>in-Stream</i>	9
2.3. Prinsip Dasar PLTA.....	10
2.3.1. Daya Listrik.....	10
2.3.2. Debit Andalan	11
2.3.3. Tinggi Energi Bersih.....	12
2.3.4. Efisiensi PLTA.....	14
2.3.5. Skala Daya PLTA	15
2.4. Simulasi Debit Rerata Mock.....	16
2.4.1. Uji Konsistensi Data Hujan	17
2.4.2. Evapotranspirasi	19
2.4.3. Surplus Air	20
2.4.4. Aliran Dasar dan Limpasan Langsung	21
2.4.5. Debit Rerata Sungai	22
2.4.6. Validasi Debit Simulasi.....	22
2.5. Karakteristik Daerah Pengaliran Sungai.....	23
2.5.1. Lahan Terbuka	24
2.5.2. Kapasitas Kelembaban Tanah	24
2.5.3. Faktor Infiltrasi.....	24
2.5.4. Koefisien Resesi Aliran.....	25
2.6. Evapotranspirasi Acuan Penman-Monteith.....	25
2.6.1. Data Analisis	25
2.6.2. Langkah Analisis.....	26
2.7. Kehilangan Tinggi Energi	31
2.7.1. Kehilangan Mayor.....	33
2.7.2. Kehilangan Minor	35
2.8. Perencanaan Pipa Pesat	36
2.8.1. Diameter Luar	36

2.8.2. Tebal Dinding.....	37
2.8.3. Jarak Tumpuan	40
2.8.4. Lokasi Sambungan	42
2.9. Perencanaan Awal Turbin	43
2.9.1. Kecepatan Spesifik.....	43
2.9.2. Kecepatan Rotasional.....	44

BAB III METODELOGI

3.1. Jenis Tugas Akhir	46
3.2. Subjek dan Objek Analisis	46
3.3. Variabel Analisis	47
3.4. Data Analisis.....	47
3.4.1. Data Klimatologi.....	47
3.4.2. Data Geografi	47
3.4.3. Data Curah Hujan.....	47
3.4.4. Model Elevasi Digital	48
3.5. Prosedur Analisis	48
3.5.1. Analisis Evapotranspirasi Acuan	48
3.5.2. Pengujian Konsistensi Data Debit.....	49
3.5.3. Simulasi Debit Rerata Sungai.....	50
3.5.4. Validasi Data Debit Simulasi	51
3.5.5. Pembuatan Kurva Aliran-Durasi.....	52
3.5.6. Perencanaan Penampang Pipa Pesat	53
3.5.7. Perencanaan Jarak Tumpuan Pipa Pesat	55
3.5.8. Penentuan Kehilangan Tinggi Energi	56
3.5.9. Penentuan Daya PLTA.....	57
3.5.10. Perencanaan Awal Turbin	58

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Rencana Tata Letak Bangunan	60
4.2. Daerah Pengaliran Sungai	61
4.3. Evapotranspirasi Acuan.....	62

4.3.1. Data Klimatologi	62
4.3.2. Data Geografi	65
4.3.3. Hasil Analisis Evapotranspirasi	65
4.4. Debit Rerata Simulasi	68
4.4.1. Uji Konsistensi Data Hujan.....	68
4.4.2. Karakteristik Daerah Pengaliran Sungai	70
4.4.3. Hasil Simulasi Debit	71
4.4.4. Validasi Data Debit Simulasi	74
4.5. Debit Andalan.....	75
4.6. Rencana Pipa Pesat.....	78
4.6.1. Diameter Luar	78
4.6.2. Tebal Dinding.....	80
4.6.3. Jarak Tumpuan dan Sambungan	85
4.7. Potensi PLTA	88
4.7.1. Kehilangan Tinggi Energi Mayor	88
4.7.2. Kehilangan Tinggi Energi Minor	89
4.7.3. Daya Listrik.....	90
4.8. Rencana Turbin Pelton	92
4.8.1. Kecapatan Spesifik dan Rotasional.....	92
4.8.2. Lingkaran <i>Pitch</i> dan Jumlah Sudu	93
4.8.3. Jumlah dan Dimensi Sudu.....	95
4.8.4. Dimensi <i>Nozzle</i>	98
4.9. Rekapitulasi Hasil Analisis.....	100
 BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	102
5.2. Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Efisiensi Turbin PLTA.....	14
Tabel 2.2. Efisiensi Generator PLTA.....	15
Tabel 2.3. Klasifikasi Daya Terpasang PLTA	16
Tabel 2.4. Penyimpangan Homogenitas Data Curah Hujan Kritis	19
Tabel 2.5. Massa Jenis dan Viskositas Kinematik Air.....	33
Tabel 2.6. Koefisien Kehilangan Energi Minor Aksesori Pipa Pesat	35
Tabel 2.7. Rentang Kecepatan Spesifik Nirdimensi Turbin	44
Tabel 2.8. Kecepatan Rotasional Sinkron Generator	45
Tabel 4.1. Data Temperatur Udara Rerata	62
Tabel 4.2. Data Kelembaban Udara Relatif	63
Tabel 4.3. Data Kecapatan Angin Rerata.....	63
Tabel 4.4. Data Durasi Penyinaran Matahari	64
Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening.....	65
Tabel 4.6. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2009.....	66
Tabel 4.7. Data Curah Hujan Bulanan Kebun Kaligua.....	68
Tabel 4.8. Data Jumlah Hari Hujan Kebun Kaligua	68
Tabel 4.9. Parameter Statistik Curah Hujan Tahunan dalam Pengujian Konsistensi.....	69
Tabel 4.10. Rekapitulasi Hasil Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening.....	71
Tabel 4.11. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2009.....	72
Tabel 4.12. Parameter Statistik dalam Penentuan Koefisien Korelasi antara Data Curah Hujan dan Debit Rerata Simulasi	74
Tabel 4.13. Rekapitulasi Hasil Analisis Kekuatan Hubungan antara Data Curah Hujan dan Debit Rerata Simulasi.....	75
Tabel 4.14. Pengurutan Data Debit Rerata.....	76
Tabel 4.15. Parameter Sumbu Kurva Aliran-Durasi.....	77
Tabel 4.16. Data Dimensi Umum Rencana Pipa Pesat	79
Tabel 4.17. Rekapitulasi Hasil Analisis Tebal Dinding Minimum Pipa Pesat berdasarkan Tekanan Hidrostatik	82

Tabel 4.18. Rekapitulasi Hasil Analisis Tebal Dinding Minimum Pipa Pesat berdasarkan Tekanan Hidrostatik dan <i>Water Hammer</i>	84
Tabel 4.19. Rekapitulasi Hasil Analisis Jarak Tumpuan Maksimum Pipa Pesat .	87
Tabel 4.20. Rekapitulasi Hasil Analisis Kehilangan Tinggi Energi Minor dalam Pipa Pesat	90
Tabel 4.21. Parameter Penentuan Dimensi Bagian Utama Sudu Roda Pelton	97
Tabel 4.22. Hasil Penentuan Dimensi Bagian Utama Sudu Roda Pelton	97
Tabel 4.23. Hasil Penentuan Dimensi Bagian Utama <i>Nozzle</i> Turbin Pelton	100
Tabel 4.24. Data Rencana PLTA Kaligua.....	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Konfigurasi Bangunan PLTA secara Umum	6
Gambar 2.2. Ilustrasi PLTA <i>Run-of-River</i>	7
Gambar 2.3. Ilustrasi PLTA <i>Storage</i>	8
Gambar 2.4. Ilustrasi PLTA <i>Pumped Storage</i>	8
Gambar 2.5. Ilustrasi PLTA <i>in-Stream</i>	9
Gambar 2.6. Contoh Kurva Aliran-Durasi Sungai.....	12
Gambar 2.7. Ilustrasi Tinggi Energi pada PLTA	13
Gambar 2.8. Diagram Penentuan Turbin	15
Gambar 2.9. Skema Keseimbangan Air dalam Siklus Hidrologi.....	17
Gambar 2.10. Skema Simulasi Debit Rerata Sungai Mock	17
Gambar 2.11. Ilustrasi Daerah Pengaliran Sungai	23
Gambar 2.12. Gradien Energi dan Hidrolik Aliran Tertutup Penampang Konstan.....	32
Gambar 2.13. Diagram Moody	34
Gambar 2. 14. Ilustrasi Penampang Pipa Pesat dan Tekanan Air.....	37
Gambar 2. 15. Ilustrasi Struktur Tumpuan Pipa Pesat yang Sering Digunakan ...	40
Gambar 2.16. Model Struktur, Diagram Momen Lentur, dan Diagram Defleksi Pipa Pesat antara Dua Tumpuan Angkur.....	41
Gambar 2.17. Ilustrasi Sambungan Ekspansi Jenis Lengan.....	42
Gambar 3.1. Lokasi Sungai dan Mata Air Tuk Bening	46
Gambar 3.2. Prosedur Analisis Potensi PLTA Sungai Tuk Bening.....	48
Gambar 3.3. Diagram Alir Pengujian Konsistensi Data Debit Metode RAPS	49
Gambar 3.4. Diagram Alir Simulasi Debit Rerata Sungai Bulanan Metode Mock	50
Gambar 3.5. Diagram Alir Validasi Data Debit Simulasi berdasarkan Koefisien Korelasi	52
Gambar 3.6. Diagram Alir Pembuatan Kurva Aliran-Durasi	53
Gambar 3.7. Diagram Alir Perencanaan Penampang Pipa Pesat	54
Gambar 3.8. Diagram Alir Perencanaan Jarak Tumpuan Pipa Pesat.....	55
Gambar 3.9. Diagram Alir Penentuan Kehilangan Tinggi Energi.....	56

Gambar 3.10. Diagram Alir Penentuan Daya PLTA	58
Gambar 3.11. Diagram Alir Perencanaan Awal Turbin.....	59
Gambar 4.1. Rencana Tata Letak Bangunan PLTA Kaligua	60
Gambar 4.2. Daerah Pengaliran Sungai Tuk Bening	61
Gambar 4.3. Kurva Aliran-Durasi Sungai Tuk Bening	77
Gambar 4.4. Potongan Medan Memanjang Rencana Pipa Pesat	79
Gambar 4.5. Rencana Penampang Pipa Pesat PLTA Kaligua	85
Gambar 4.6. Penempatan Tumpuan dan Sambungan Pipa Pesat PL2.4	88
Gambar 4.7. Ilustrasi Turbin Pelton.....	92
Gambar 4.8. Ilustrasi Lingkaran Pitch Roda Pelton.....	94
Gambar 4.9. Rencana Roda Turbin Pelton.....	96
Gambar 4.10. Dimensi Bagian Utama Sudu Roda Pelton	97
Gambar 4.11. Detail Rencana Sudu Roda Turbin Pelton	98
Gambar 4.12. Bagian Utama <i>Nozzle</i> Turbin Pelton	99
Gambar 4.13. Dimensi Rencana <i>Nozzle</i> Turbin Pelton.....	100



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	10
Persamaan 2.2	11
Persamaan 2.3	12
Persamaan 2.4	13
Persamaan 2.5	14
Persamaan 2.6	14
Persamaan 2.7	18
Persamaan 2.8	18
Persamaan 2.9	18
Persamaan 2.10	18
Persamaan 2.11	18
Persamaan 2.12	19
Persamaan 2.13	19
Persamaan 2.14	20
Persamaan 2.15	20
Persamaan 2.16	20
Persamaan 2.17	21
Persamaan 2.18	21
Persamaan 2.19	21
Persamaan 2.20	21
Persamaan 2.21	21
Persamaan 2.22	22
Persamaan 2.23	22
Persamaan 2.24	23
Persamaan 2.25	26
Persamaan 2.26	26
Persamaan 2.27	27
Persamaan 2.28	27
Persamaan 2.29	27
Persamaan 2.30	28
Persamaan 2.31	28

Persamaan 2.32	28
Persamaan 2.33	28
Persamaan 2.34	29
Persamaan 2.35	29
Persamaan 2.36	29
Persamaan 2.37	29
Persamaan 2.38	30
Persamaan 2.39	30
Persamaan 2.40	30
Persamaan 2.41	30
Persamaan 2.42	31
Persamaan 2.43	31
Persamaan 2.44	31
Persamaan 2.45	32
Persamaan 2.46	33
Persamaan 2.47	33
Persamaan 2.48	33
Persamaan 2.49	34
Persamaan 2.50	34
Persamaan 2.51	35
Persamaan 2.52	37
Persamaan 2.53	37
Persamaan 2.54	38
Persamaan 2.55	38
Persamaan 2.56	38
Persamaan 2.57	39
Persamaan 2.58	39
Persamaan 2.59	39
Persamaan 2.60	39
Persamaan 2.61	41
Persamaan 2.62	41
Persamaan 2.63	42

Persamaan 2.64	42
Persamaan 2.65	43
Persamaan 2.66	44
Persamaan 2.67	44
Persamaan 4.1	94
Persamaan 4.2	94
Persamaan 4.3	94
Persamaan 4.4	95
Persamaan 4.5	95
Persamaan 4.6	98



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2010 ...	108
Lampiran 2. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2011 ...	110
Lampiran 3. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2012 ...	112
Lampiran 4. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2013 ...	114
Lampiran 5. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2014 ...	116
Lampiran 6. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2015 ...	118
Lampiran 7. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2016 ...	120
Lampiran 8. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2017 ...	122
Lampiran 9. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2018 ...	124
Lampiran 10. Analisis Evapotranspirasi Acuan DPS Tuk Bening Tahun 2019 .	126
Lampiran 11. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2010	128
Lampiran 12. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2011	130
Lampiran 13. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2012	132
Lampiran 14. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2013	134
Lampiran 15. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2014	136
Lampiran 16. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2015	138
Lampiran 17. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2016	140
Lampiran 18. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2017	142
Lampiran 19. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2018	144
Lampiran 20. Simulasi Debit Rerata Sungai Tuk Bening Tahun 2019	146
Lampiran 21. Gambar Rencana PLTA Kaligua	148