

**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MINI HIDRO (PLTM) DESA KEPIL, KABUPATEN
WONOSOBO, JAWA TENGAH**

SKRIPSI
**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PERENCANAAN TEKNIK
BANGUNAN AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FAUZIAH RAHMAWANTI ANGGRAINI
NIM. 135060400111013 - 64

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) Desa Kepil, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah.**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua Bapak Drs. Purwanto Koentojo, dan Mama Elina Dartiningsih, SH. atas doa, perhatian, dan motivasi yang tak henti-hentinya dalam menyemangati selama penulisan skripsi.
2. Bapak Dr Ir. Pitojo Tri Juwono, MT. , selaku dosen pembimbing yang memberikan pengarahan dan penjelasan dalam penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Ery Suhartanto, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang memberikan pengarahan dan penjelasan dalam penulisan skripsi.
4. Bapak Ir. Suwanto Marsudi, MS. , selaku dosen penguji atas bimbingannya dalam menyempurnakan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Runi Asmaranto, ST., MT. , selaku dosen penguji atas bimbingannya dalam menyempurnakan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Dwi Priyantoro, MS., selaku dosen yang telah memberikan arahan terhadap judul skripsi ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, Maret 2018

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan	3
1.6 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Klasifikasi tipe PLTA	5
2.2.1 Berdasarkan Kapasitas Terpasang	5
2.2.2 Berdasarkan Tinggi Jatuh (<i>head</i>)	6
2.3 Analisa Klimatologi	6
2.3.1 Evapotranspirasi Potensial	6
2.4 Analisa Hidrologi	9
2.4.1 Pemeriksaan Data Hujan	10
2.4.1.1 Uji Konsistensi Data Hujan	10
2.4.1.2 Uji Abnormalitas Data Hujan	12
2.4.2 Analisis Frekuensi	13
2.4.3 Uji Kesesuaian Distribusi	16
2.4.3.1 Uji Chi-Kuadrat	16
2.4.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov	18

2.4.4 Koefisien Pengaliran.....	19
2.4.5 Distribusi Hujan.....	20
2.4.6 Analisa Debit Banjir	21
2.4.6.1 Aliran Dasar	21
2.4.6.2 Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu	21
2.4.7 Debit Andalan.....	23
2.4.7.1 Metode F.J. Mock.....	23
2.4.7.2 Kurva Durasi Aliran	25
2.5 Analisa Hidrolika.....	26
2.5.1 Bangunan Pengatur Tinggi Muka Air (Bendung)	26
2.5.1.1 Lebar Mercu	26
2.5.1.2 Tinggi Muka Air di Atas Mercu.....	27
2.5.2 Bangunan Pengambilan (<i>Intake</i>).....	29
2.5.2.1 Pintu Sorong (<i>Sluice Gate</i>).....	30
2.5.3 Bak Pengendap (<i>Settling Basin</i>)	31
2.5.4 Saluran Pembawa Air	32
2.5.4.1 Perhitungan Kecepatan.....	32
2.5.4.2 Dimensi Saluran	33
2.5.4.3 Kemiringan Dasar Saluran	33
2.5.4.4 Tinggi Jagaan	34
2.5.5 Bak Penenang (<i>Forebay</i>)	34
2.5.6 Pipa Pesat.....	35
2.5.7 Kehilangan Tinggi Tekan Aliran	36
2.5.8 Tinggi Jatuh Efektif (<i>Heff</i>)	40
2.5.9 Turbin Air	41
2.5.9.1 Pemilihan Turbin.....	41
2.5.9.2 Karakteristik Turbin	42
2.5.10 Generator	44
2.5.11 Saluran Pembuang (<i>Tail Race</i>)	45
2.6 Perhitungan Daya dan Energi	46
2.7 Kebutuhan Listrik Masyarakat	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1 Deskripsi Daerah Studi	47

3.2	Kebutuhan Data.....	50
3.3	Tahapan Penyelesaian	50
3.4	Diagram Alir Penyelesaian Skripsi	52
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PERENCANAAN		53
4.1	Hasil Analisis Hidrologi	53
4.1.1	Analisis Data Hujan	53
4.1.2	Uji Konsistensi Data	54
4.1.3	Uji Abnormalitas Data	55
4.1.4	Evapotranspirasi Potensial	57
4.1.5	Perhitungan Debit dengan Metode F.J. Mock.....	60
4.1.6	Kurva Durasi Aliran (<i>Flow Duration Curve</i>)	64
4.1.7	Analisa Frekuensi	70
4.1.8	Uji Kesesuaian Distribusi.....	73
4.1.8.1	Uji Chi-Kuadrat	73
4.1.8.2	Uji Smirnov-Kolmogorif	76
4.1.9	Distribusi Hujan	78
4.1.10	Analisis Debit Banjir.....	80
4.2	Penentuan Alternatif <i>Site</i> dan Optimasi Debit Pembangkit.....	108
4.2.1	Penentuan <i>Site</i>	108
4.2.2	Penentuan Debit Pembangkit	112
4.3	Perencanaan Konstruksi Hidrolik.....	115
4.3.1	Bendung	115
4.3.2	Fluktuasi Air Sungai	118
4.3.3	Bangunan Pengambilan (<i>Intake</i>).....	119
4.3.4	Pola Operasi Pintu <i>Intake</i>	119
4.3.5	Bak Pengendap (<i>Sand Trap</i>)	121
4.3.6	Saluran Pembawa (<i>Headrace</i>)	123
4.3.7	Bak Penenang (<i>Forebay</i>)	124
4.3.8	Pipa Pesat (<i>Penstock Pipe</i>).....	124
4.3.9	Kehilangan Tinggi (<i>Head Loss</i>).....	127
4.3.10	Saluran Pembuang (<i>Tail Race</i>)	132
4.4	Analisa Mekanikal Elektrikal	133
4.4.1	Turbin Air	133

4.4.2 Generator	134
4.4.3 Daya dan Energi	136
4.5 Jumlah Rumah yang Dapat Terlayani	137
BAB V Kesimpulan dan Saran	139
5.1 Kesimpulan	139
5.2 Saran	139
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Hubungan Suhu (t) dengan Nilai e_a (mbar), w, dan f(t)	8
Tabel 2.2	Besaran Radiasi Matahari (R_a) (mm/hari)	8
Tabel 2.3	Besarnya Angka Koreksi (c) Bulanan	8
Tabel 2.4	Nilai K_a dalam pengujian <i>Inlier-Outlier</i>	12
Tabel 2.5	Nilai K Distribusi Log Pearson.....	15
Tabel 2.6	Nilai Kritis untuk Distibusi <i>Chi Square</i> (X^2)	18
Tabel 2.7	Nilai Kritis D_0 <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	19
Tabel 2.8	Harga Koefisien Limpasan (Koef. Pengaliran)	20
Tabel 2.9	Prosentase Debit dan Jenis Perencanaan	23
Tabel 2.10	<i>Hydrologic Condition Classes</i>	25
Tabel 2.11	Harga-harga Koefisien K_a dan K_p	27
Tabel 2.12	Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan	34
Tabel 2.13	Profil Kisi Saringan	37
Tabel 2.14	Tinggi Kekasaran Rata-rata untuk Pipa Komersial	40
Tabel 2.15	Klasifikasi Tinggi Jatuh	42
Tabel 2.16	Efisiensi Generator	45
Tabel 4.1	Data Curah Hujan Bulanan (mm/bulan) Stasiun Kretek	53
Tabel 4.2	Data Curah Hujan Bulanan (mm/bulan) Stasiun Sapuran	53
Tabel 4.3	Uji Konsistensi Data Hujan Maksimum Stasiun Kretek Terhadap Stasiun Sapuran.....	54
Tabel 4.4	Uji <i>Inlier-Outlier</i> data Stasiun Kretek	56
Tabel 4.5	Uji <i>Inlier-Outlier</i> data Stasiun Sapuran.....	56
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial dengan Metode Penman Modifikasi	59
Tabel 4.7	Perhitungan Debit F.J.Mock Tahun 2004.....	63
Tabel 4.8	Rekapitulasi Debit Bulanan Metode F.J. Mock Alternatif <i>Site 1</i>	64
Tabel 4.9	Rekapitulasi Debit Bulanan Metode F.J. Mock Alternatif <i>Site 2</i>	64
Tabel 4.10	Rekapitulasi Debit Bulanan Metode F.J. Mock Alternatif <i>Site 3</i>	64
Tabel 4.11	Perhitungan Debit Andalan Dengan Metode FDC <i>Site 1</i>	65

Tabel 4.12 Perhitungan Debit Andalan Dengan Metode FDC <i>Site</i> 2.....	66
Tabel 4.13 Perhitungan Debit Andalan Dengan Metode FDC <i>Site</i> 3.....	67
Tabel 4.14 Debit Andalan Terurut Alternatif 1	69
Tabel 4.15 Debit Andalan Terurut Alternatif 2.....	69
Tabel 4.16 Debit Andalan Terurut Alternatif 3	69
Tabel 4.17 Data Perhitungan Log Pearson Tipe III.....	71
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Hujan Rancangan.....	72
Tabel 4.19 Parameter Distribusi Gumbel	72
Tabel 4.20 Hujan Rancangan Distribusi Gumbel.....	73
Tabel 4.21 Hasil Perbandingan Hujan Rancangan	73
Tabel 4.22 Data Hujan Maksimun Terurut	74
Tabel 4.23 Uji Simpangan Vertikal-1	74
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III	75
Tabel 4.25 Kelas Distribusi Gumbel	75
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel	76
Tabel 4.27 Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III.....	76
Tabel 4.28 Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel	78
Tabel 4.29 Rekapitulasi Uji Distribusi Probabilitas Chi-Square dan Smirnov Kolmogorov	78
Tabel 4.30 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman	80
Tabel 4.31 Curah Hujan Tiap Jam	80
Tabel 4.32 Lengkung Hidrograf HSS Nakayasu Alternatif 1	82
Tabel 4.33 Tabulasi Perhitungan HSS Nakayasu Alternatif 1	83
Tabel 4.34 Hidrograf Banjir Rancangan Q 2th Metode Nakayasu Alternatif 1	84
Tabel 4.35 Hidrograf Banjir Rancangan Q 5th Metode Nakayasu Alternatif 1	85
Tabel 4.36 Hidrograf Banjir Rancangan Q 10th Metode Nakayasu Alternatif 1	86
Tabel 4.37 Hidrograf Banjir Rancangan Q 25th Metode Nakayasu Alternatif 1	87
Tabel 4.38 Hidrograf Banjir Rancangan Q 50th Metode Nakayasu Alternatif 1	88
Tabel 4.39 Hidrograf Banjir Rancangan Q 100th Metode Nakayasu Alternatif 1	89
Tabel 4.40 Lengkung Hidrograf HSS Nakayasu Alternatif 2	92
Tabel 4.41 Tabulasi Perhitungan HSS Nakayasu Alternatif 2	92
Tabel 4.42 Hidrograf Banjir Rancangan Q 2th Metode Nakayasu Alternatif 2	93
Tabel 4.43 Hidrograf Banjir Rancangan Q 5th Metode Nakayasu Alternatif 2	94
Tabel 4.44 Hidrograf Banjir Rancangan Q 10th Metode Nakayasu Alternatif 2	95

Tabel 4.45 Hidrograf Banjir Rancangan Q 25th Metode Nakayasu Alternatif 2	96
Tabel 4.46 Hidrograf Banjir Rancangan Q 50th Metode Nakayasu Alternatif 2	97
Tabel 4.47 Hidrograf Banjir Rancangan Q 100th Metode Nakayasu Alternatif 2	98
Tabel 4.48 Lengkung Hidrograf HSS Nakayasu Alternatif 3	101
Tabel 4.49 Tabulasi Perhitungan HSS Nakayasu Alternatif 3	101
Tabel 4.50 Hidrograf Banjir Rancangan Q 2th Metode Nakayasu Alternatif 3	102
Tabel 4.51 Hidrograf Banjir Rancangan Q 5th Metode Nakayasu Alternatif 3	103
Tabel 4.52 Hidrograf Banjir Rancangan Q 10th Metode Nakayasu Alternatif 3	104
Tabel 4.53 Hidrograf Banjir Rancangan Q 25th Metode Nakayasu Alternatif 3	105
Tabel 4.54 Hidrograf Banjir Rancangan Q 50th Metode Nakayasu Alternatif 3	106
Tabel 4.55 Hidrograf Banjir Rancangan Q 100th Metode Nakayasu Alternatif 3	107
Tabel 4.56 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan HSS Nakayasu	108
Tabel 4.57 Karakteristik Umum Alternatif <i>Site</i>	110
Tabel 4.58 Spesifikasi Umum <i>Site A, B, dan C</i>	110
Tabel 4.59 Perhitungan Energi Produksi Tahunan Probabilitas 51%	113
Tabel 4.60 Perhitungan Energi Produksi Tahunan Probabilitas 75%	113
Tabel 4.61 Perhitungan Energi Produksi Tahunan Probabilitas 90%	114
Tabel 4.62 Perhitungan Daya, Energi, dan Faktor Kapasitas	114
Tabel 4.63 Fluktuasi Muka Air Sungai	118
Tabel 4.64 Operasi Pintu Pengambilan	120
Tabel 4.65 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Diameter Pipa	126
Tabel 4.66 Rekapitulasi Kehilangan Tinggi pada PLTMH Kepil	132
Tabel 4.67 Pemilihan Generator	135
Tabel 4.68 Daya dan Energi yang Dihasilkan	137

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	<i>Current Meter</i>	9
Gambar 2.2	Pengukuran Kecepatan Aliran dengan 1 titik, 2 titik, dan 3 titik	10
Gambar 2.3	Lengkung Massa Ganda	11
Gambar 2.4	Lebar Efektif Mercu	27
Gambar 2.5	Bentuk-bentuk Bendung Mercu Ogee	28
Gambar 2.6	Faktor Koreksi untuk Selain Tinggi Energi Bendung Mercu Ogee	28
Gambar 2.7	Harga-harga Koefisien C_2 untuk Bendung Mercu Tipe Ogee	29
Gambar 2.8	Koefisien K untuk Debit Tenggelam.....	30
Gambar 2.9	Koefisien Debit μ untuk Permukaan Pintu Datar atau Lengkung	31
Gambar 2.10	Dimensi Bak Penenang (<i>Forebay</i>).....	35
Gambar 2.11	Nilai f berdasarkan bentuk <i>inlet</i>	37
Gambar 2.12	Profil Kisi Saringan	37
Gambar 2.13	Kisaran Nilai ξ berdasarkan tipe kontraksi.....	39
Gambar 2.14	Sketsa Situasi Kehilangan Tinggi Akibat Penyempitan dan Pelebaran	39
Gambar 2.15	Kisaran Nilai ξ Akibat Belokan.....	39
Gambar 2.16	Kisaran Nilai ξ Akibat Pintu dan Katup	40
Gambar 2.17	Sketsa Tinggi Jatuh Efektif	41
Gambar 2.18	Jenis Turbin	41
Gambar 2.19	Grafik Hubungan <i>Head</i> dan <i>Flow</i>	42
Gambar 2.20	Turbin Pelton	43
Gambar 2.21	Turbin Francis	44
Gambar 2.22	Turbin Kaplan.....	44
Gambar 2.23	Dimensi Saluran Pembuang (<i>Tailrace</i>) untuk Turbin Pelton	45
Gambar 3.1	Peta Administrasi Kabupaten Wonosobo	48
Gambar 3.2	Peta DAS PLTMH Kepil	49
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengerjaan Skripsi.....	52
Gambar 4.1	Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Kretek terhadap Stasiun Sapuran.....	54
Gambar 4.2	Kurva Durasi Aliran Sungai Alternatif 1.....	68
Gambar 4.3	Kurva Durasi Aliran Sungai Alternatif 2.....	68
Gambar 4.4	Kurva Durasi Aliran Sungai Alternatif 3.....	68

Gambar 4.5	Peta Batas DAS Alternatif 1	81
Gambar 4.6	Hidrograf Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu Alternatif 1.....	90
Gambar 4.7	Peta Batas DAS Alternatif 2	91
Gambar 4.8	Hidrograf Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu Alternatif 2.....	99
Gambar 4.9	Peta Batas DAS Alternatif 3	100
Gambar 4.10	Hidrograf Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu Alternatif 3.....	108
Gambar 4.11	Lokasi <i>Site</i> Rencana PLTMH Kepil.....	109
Gambar 4.12	Skema Alternatif <i>Site</i> 1	111
Gambar 4.13	Skema Alternatif <i>Site</i> 2	111
Gambar 4.14	Skema Alternatif <i>Site</i> 3	111
Gambar 4.15	Hubungan Probabilitas Debit Pembangkit dengan Energi Produksi Tahunan.....	114
Gambar 4.16	Penentuan Koefisien C_0	116
Gambar 4.17	Penentuan Koefisien C_1	117
Gambar 4.18	Grafik Tinggi Muka Air Sungai	118
Gambar 4.19	<i>Rating Curve</i> Bukaan Pintu Pengambilan PLTMH Kepil	120
Gambar 4.20	Hubungan Antara Diameter Saringan dan Kecepatan Endap Sedimen	122
Gambar 4.21	Penentuan Tipe Turbin Berdasarkan Tinggi Jatuh dan Debit Desain	133