

**PERHITUNGAN ENERGI *SOLAR PHOTOVOLTAIC* DI WILAYAH
KABUPATEN NIAS DAN KABUPATEN MENTAWAI DENGAN
MENGUNAKAN METODE PROBABILISTIK**

TUGAS AKHIR

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH
GELAR SARJANA TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK

Oleh :

BOY DARMAN JAYA HAREFA

1652050009



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA 2020**

**PERHITUNGAN ENERGI SOLAR PHOTOVOLTAIC DIWILAYAH
KABUPATEN NIAS DAN KABUPATEN MENTAWAI DENGAN
MENGUNAKAN METODE PROBABILISTIK**

TUGAS AKHIR

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH GELAR

SARJANA TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK

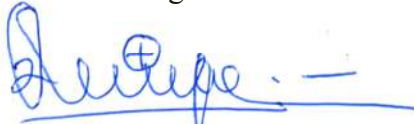
Oleh :

BOY DARMAN JAYA HAREFA

1652050009

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Ir. Robinson Purba, MT)

Pembimbing 2



(Ir. Bambang Widodo, MT)

Mengetahui,

FAKULTAS TEKNIK UKI

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Ketua,




(Ir. Bambang Widodo, MT)

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa tugas akhir dengan judul “**Perhitungan Energi Solar Photovoltaic Di Wilayah Kabupaten Nias Dan Kabupaten Mentawai Dengan Menggunakan Metode Probabilistik**”, adalah hasil karya saya sendiri. Sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah pernah dipublikasikan atau yang sudah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana lainnya di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.



ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar fosil sebagai penghasil sumber energi secara berkepanjangan akan menimbulkan pencemaran lingkungan (udara, air, dan tanah) yang mengakibatkan masalah bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitarnya. Masalah ini perlu diperhatikan secara serius, sehingga dampak negatif terhadap lingkungan dapat diminimalisir secara bertahap. Caranya adalah dengan menggantikan ataupun mengurangi ketergantungan masyarakat luas terhadap energi listrik yang dihasilkan melalui proses pembakaran bahan bakar fosil yang bersumber dari PLN, dengan energi listrik yang dihasilkan secara mandiri oleh masyarakat dari proses konversi sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satu energi alternatif yang telah dikembangkan adalah *solar photovoltaic*. *Solar photovoltaic* merupakan hamparan semikonduktor yang terbuat dari bahan utama pasir silika untuk menyerap photon dari sinar matahari dan mengkonversinya menjadi energi listrik. Adapun penelitian ini menganalisa pengaruh iklim terhadap energi yang dibangkitkan oleh *solar photovoltaic* dengan pendekatan probabilistik di Kabupaten Nias dan Kabupaten Mentawai. Aplikasi yang digunakan adalah *@RISK Risk Analysis Project Model*. Dalam penelitian tugas akhir ini variabel tak tentu (*random variable*) yang di hitung adalah temperatur rata-rata, lama penyinaran matahari per bulan dan radiasi matahari sesuai zona wilayah. Ketiga variabel ini fluktuatif, sehingga pendekatan setiap variabel menggunakan fungsi distribusi *uniform*. Dari ketiga variabel tersebut di hasilkan energi yang dibangkitkan oleh *solar photovoltaic* dengan kapasitas 100 Wp pada Kabupaten Nias yaitu sebesar 21.062,57 kWh dalam satu tahun dengan probabilitas 55 % dan *capacity factor* sebesar 24,04 %. Sementara pada Kabupaten Mentawai untuk kapasitas *solar photovoltaic* yang sama yaitu 100 Wp dihasilkan energi sebesar 19.249,47 kWh dengan probabilitas 50 % dan *capacity factor* 21,97 %. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa temperatur rata-rata, lama penyinaran matahari dan radiasi matahari dapat mempengaruhi energi listrik yang dapat dibangkitkan *solar photovoltaic*.

Kata Kunci : Temperatur, Lama Penyinaran dan Radiasi matahari, *solar photovoltaic*, Energi, Analisis Probabilistik, *@RISK*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan dan Anugerah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Perhitungan Energi Solar Photovoltaic Di Wilayah Kabupaten Nias Dan Kabupaten Mentawai Dengan Menggunakan Metode Probabilistik ”** dengan lancar dan penuh kesabaran. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Kristen Indonesia.

Dalam kesempatan ini dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku Dosen Pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberi pengarahan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis hingga penulisan tugas akhir ini dapat selesai.
3. Kedua orang tua saya Ama/Ina Daman Harefa, saudara-saudari saya Yurdiaman, Suryani, Mey, Kiki dan seluruh keluarga saya yang telah memberi dukungan dan selalu mendoakan saya selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Tim Pengurus Beasiswa Bidikmisi Universitas Kristen Indonesia yang selalu mendukung dalam hal doa dan dana kepada penulis sejak awal perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam tugas akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajian sehingga perlu masukan, kritik, saran yang bersifat membangun penulis pada kesempatan berikutnya. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

Jakarta, September 2020



(Boy Darman Jaya Harefa)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PERSETUJUAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Metodologi Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Perbedaan Iklim Indonesia	8
2.1.1 Pengertian Iklim.....	8
2.1.2 Sistem Iklim.....	9
2.1.3 Perbedaan Iklim di Indonesia.....	10
2.2 Energi Surya.....	11
2.2.1 Pengertian Energi Surya	11
2.2.2 Potensi Energi surya	12
2.3 Solar Photovoltaic	14
2.3.1 Pengertian Photovoltaic	14
2.3.2 Karakteristik Solar Photovoltaic.....	16
2.3.2.1 Efisiensi Solar Photovoltaic.....	17
2.3.2.2 Luas Permukaan Modul Solar Photovoltaic	17
2.3.2.1 Efisiensi Inverter.....	17
2.3.3 Pengaruh Radiasi Matahari Terhadap Solar Photovoltaic .	18
2.3.4 Pengaruh Suhu Terhadap Solar Photovoltaic	19
2.3.5 Prinsip Kerja Solar Photovoltaic	19

2.3.6	Aplikasi Sistem Solar Photovoltaic	21
2.3.6.1	Sistem <i>Grid-Connected (on-grid)</i>	22
2.3.6.2	Sistem Otonom (<i>off-grid</i>).....	23
2.3.6.3	Sistem <i>Hybrid</i>	24
2.4.	Perhitungan Energi	26
2.5	Simulasi Monte Carlo.....	30
2.5.1	Pengertian Metode Monte Carlo.....	30
2.5.2	Simulasi Monte Carlo dengan @RISK	31
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1	Umum.....	33
3.1.1	Observasi Terstruktur	34
3.1.2	Operasionalisasi Variabel	34
3.1.3	Penggunaan Multimedia	35
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	35
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian	36
3.3.1	Populasi Penelitian.....	36
3.3.2	Sampel Penelitian	36
3.4	Teknik Analisa Data.....	36
3.4.1	Analisa Probabilitas dengan @RISK	36
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS	44
4.1	Umum.....	44
4.1.1	Karakteristik Iklim di Indonesia	44
4.1.2	Karakteristik Solar Photovoltaic.....	45
4.2	Data Suhu Rata-Rata dan Lama Penyinaran Matahari	46
4.3	Pengolahan Data.....	47
4.3.1	Perhitungan Energi	47
4.4	Analisa Data	49
4.4.1	Analisa Data Kabupaten Nias	49
4.1.1.1	Kebutuhan Energi Listrik di Kabupaten Nias di Desa simanaere	52
4.4.2	Analisa Data Kabupaten Mentawai	53
4.4.3.1	Kebutuhan Energi Listrik di Kabupaten	

Mentawai desa sikakap.....	56
4.5 Pembahasan.....	57
BAB V KESIMPULAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bauran Energi Tahun 2019.....	2
Gambar 2.1. Komponen sistem iklim, proses dan Interaksinya.....	9
Gambar 2.2. Skema neraca energi radiasi matahari bumi.....	10
Gambar 2.3. Bauran Produksi Listrik Energi Tahun 2010-2015	12
Gambar 2.4. Hasil Pemodelan Pengembangan Pembangkit Listrik EBT Tahun 2015-2050.....	13
Gambar 2.5. Proyeksi Potensi Surya per Provinsi	13
Gambar 2.6. Indikasi Rencana Pengembangan Surya per Provinsi Tahun 2015-2025	14
Gambar 2.7. Kurva Arus-Tegangan	16
Gambar 2.8. Karakteristik kurva I-V terhadap perubahan radiasi	18
Gambar 2.9. Karakteristik kurva I-V terhadap perubahan suhu	19
Gambar 2.10. Junction antara Semikonduktor tipe-p dan tipe-n	20
Gambar 2.11. Ilustrasi Cara Kerja Sel Surya dengan Prinsip p-n Junction	21
Gambar 2.12. Sistem Grid-Connected (On-Grid).....	22
Gambar 2.13. Sistem Otonom Dengan Baterai.....	23
Gambar 2.14. Sistem Otonom Dengan Tanpa Baterai	24
Gambar 2.15. Blok Diagram Sistem Hybrid.....	25
Gambar 3.1. Diagram Alir @RISK Risk Analysis Project Model	37
Gambar 3.2. Tampilan Lembar Perhitungan Matematis dengan @RISK	38
Gambar 3.3. Penentuan Variabel Tidak Tentu	38
Gambar 3.4. Cara Menentukan Variabel Tidak Tentu dengan Fungsi	39
Gambar 3.5. Cara Memberikan Batasan untuk Variabel Tidak Tentu.....	39
Gambar 3.6. Penentuan Output Perhitungan di dalam @RISK	40
Gambar 3.7. Cara Menentukan Output Perhitungan di dalam @RISK	40
Gambar 3.8. Cara Menentukan Jumlah Iterasi.....	41
Gambar 3.9. Cara Menentukan Jumlah Simulasi.....	41
Gambar 3.10. Cara Mensimulasikan Perhitungan Matematis @RISK	42
Gambar 3.11. Contoh Gambar Proses Simulasi @RISK.....	42
Gambar 3.12. Cara Melihat Hasil dari Analisa @RISK.....	43
Gambar 3.13. Contoh Hasil Akhir Analisa @RISK	43
Gambar 4.1. Proyeksi Rata-rata Suhu Udara di Indonesia.....	44

Gambar 4.2. Contoh Perhitungan dengan @RISK di Kabupaten Nias	49
Gambar 4.3. Grafik Probabilitas Energi dengan @RISK di Kabupaten Nias	50
Gambar 4.4. Grafik Kumulatif Probabilitas Energi dengan @RISK di Kabupaten Nias.....	51
Gambar 4.5. Grafik Tornado Perubahan di Output Mean dengan @RISK di Kabupaten Nias	51
Gambar 4.6. Contoh Perhitungan dengan @RISK di Kabupaten Mentawai	53
Gambar 4.7. Grafik Probabilitas Energi dengan @RISK di Kabupaten Mentawai	54
Gambar 4.8. Grafik Kumulatif Probabilitas Energi dengan @RISK di Kabupaten Mentawai	54
Gambar 4.9. Grafik Tornado Perubahan di Output Mean dengan @RISK di Kabupaten Mentawai.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelebihan dan Kelemahan <i>Photovoltaic</i>	15
Tabel 4.1. Parameter Perubahan Suhu	45
Tabel 4.2. Data Pasti (Input tetap).....	45
Tabel 4.3. Data Cuaca dan Iklim di Kabupaten Nias dan Kabupaten Kepulauan Mentawai berdasarkan Data BMKG.....	46
Tabel 4.4. Contoh data untuk perhintungan energi	47
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Energi yang dibangkitkan Kabupaten Nias dan Kabupaten Kepulauan Mentawai berdasarkan Perhitungan Model Matematis	48
Tabel 4.6. Total Kebutuhan Energi Pada Sampel Rumah yang di ambil.....	52
Tabel 4.7. Total Kebutuhan Energi Pada Sampel Rumah yang di ambil	56
Tabel 4.8. Data Energi dan Probabilitas Energi di Kabupaten Nias dan Kabupaten Mentawai dalam 1 tahun.....	57