

POTENSI ENERGI SURYA DAN KEBUTUHAN DAYA POMPA AIR IRIGASI SAWAH DI KABUPATEN BELU, NUSA TENGGARA TIMUR

AGI KHOERUL DIQRI



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Potensi Energi Surya dan Kebutuhan Daya Pompa Air Irigasi Sawah di Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Agi Khoerul Diqri
G2401221020

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

AGI KHOERUL DIQRI. Potensi Energi Surya dan Kebutuhan Daya Pompa Air Irigasi Sawah di Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur. Dibimbing oleh TANIA JUNE

Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur, memiliki iklim semi-kering dengan musim kemarau yang panjang, yaitu selama 7–9 bulan, sehingga menyebabkan kekurangan air yang kritis bagi pertanian padi irigasi, namun di sisi lain menawarkan potensi radiasi matahari yang tinggi, yaitu 4,0–4,78 kWh/kWp/hari. Terbatasnya akses listrik jaringan di kawasan pertanian semakin menghambat penggunaan irigasi pompa konvensional, sehingga semakin mempertegas kebutuhan akan *Solar Powered Irrigation System* (SPIS). Penelitian ini bertujuan untuk memetakan potensi energi surya dan kebutuhan daya pompa irigasi, mengevaluasi rasio kecukupan energi surya, serta menyusun peta kesesuaian lokasi untuk penerapan SPIS di sawah-sawah di Kabupaten Belu. Pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang menggunakan metode overlay tertimbang mengintegrasikan lima kriteria spasial, yaitu potensi energi surya, durasi irigasi, rasio kecukupan energi, kemiringan, dan jarak ke sungai, dengan bobot kriteria yang ditentukan melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP) berdasarkan penilaian para ahli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi listrik tenaga surya rata-rata sebesar 4,5 kWh/kWp/hari, dengan puncak defisit air yang secara waktu bertepatan dengan puncak radiasi matahari pada periode Mei hingga Oktober. Zona-zona yang sangat cocok dan cocok telah diidentifikasi di Kecamatan Kakuluk Mesak, Tasifeto Timur, Kota Atambua, sebagian Lamaknen Selatan dan Raimanuk, di mana faktor pembatas utamanya adalah heterogenitas topografi dan aksesibilitas sungai, bukan ketersediaan energi matahari.

Kata kunci: *analytical hierarchy process*, irigasi, kesesuaian, *multi criteria decision making*, *solar powered irrigation system*



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRACT

AGI KHOERUL DIQRI. Mapping of Solar Energy Potential and Power Requirements for Rice Field Irrigation Pumps in Belu Regency, East Nusa Tenggara. Supervised by TANIA JUNE

Belu Regency, East Nusa Tenggara, is characterized by a semi-arid climate with prolonged dry seasons lasting 7–9 months, creating critical water deficits for irrigated rice farming while simultaneously offering high solar irradiance potential of 4.0–4.78 kWh/kWp/day. Limited grid electricity access in agricultural areas further constrains conventional pump irrigation, underscoring the need for Solar Powered Irrigation Systems (SPIS). This study aimed to map solar energy potential and irrigation pump power requirements, evaluate the solar energy sufficiency ratio, and produce a site suitability map for SPIS implementation across paddy fields in Belu Regency. A Multi-Criteria Decision Making (MCDM) approach using weighted overlay integrated five spatial criteria solar energy potential, irrigation duration, energy sufficiency ratio, slope, and distance to rivers with criteria weights determined via Analytical Hierarchy Process (AHP) from expert assessments. Results show that solar Photovoltaic Output Power (Pvout) averages 4.5 kWh/kWp/day, with peak water deficits coinciding temporally with peak solar radiation from May to October. Highly suitable and suitable zones were identified in District Kakuluk Mesak, Tasifeto Timur, Kota Atambua, part of Lamaknen Selatan dan Raimanuk, where the primary limiting factors were topographic heterogeneity and river accessibility rather than solar energy availability.

Keywords: analytical hierarchy process, irrigation, multi criteria decision making, solar powered irrigation system, suitability



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

POTENSI ENERGI SURYA DAN KEBUTUHAN DAYA POMPA AIR IRIGASI SAWAH DI KABUPATEN BELU, NUSA TENGGARA TIMUR

AGI KHOERUL DIQRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Sonni Setiawan, S.Si., M.Si.
2. Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., Ph.D.



Judul Skripsi : Potensi Energi Surya dan Kebutuhan Daya Pompa Air Irigasi
Sawah di Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur
Nama : Agi Khoerul Diqri
NIM : G2401221020

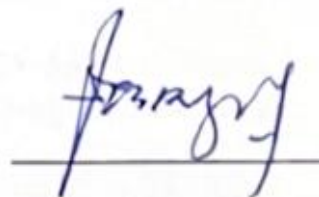
Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Tania June, M.Sc.

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:
Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T.
NIP. 19710707199803 2 002



Tanggal Ujian:
25 Juni 2026

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Januari sampai Juni 2026 dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Energi Surya dan Kebutuhan Daya Pompa Air Irigasi Sawah di Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Institut Pertanian Bogor. Oleh karena itu, penulis ingin membagikan rasa syukur ini dan berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Tania June, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, M.S. selaku dosen pembimbing akademik.
3. Kedua orang tua tersayang, Bapak Agus Lesmana dan Ibu Lala Haerani, serta adik tercinta Niswa Waahsanu yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, doa, dan kasih sayang yang tiada henti hingga saat ini.
4. Seluruh dosen serta tenaga pendidik Program Studi Meteorologi Terapan yang telah memberikan ilmu serta bantuan selama perkuliahan.
5. Keluarga besar penulis, yang senantiasa menjadi rumah terbaik untuk bersandar, pemberi semangat paling tulus.
6. Rekan satu bimbingan, Najmi, Ferdi, Salsa, Rianta, Deska, dan Yashin, yang telah menemani perjalanan skripsi ini sejak awal penggarapan hingga penyelesaian skripsi ini.
7. Teman terdekat penulis semasa kuliah, Fernando, Taufik, Adhi, Abel, Raden, Perdian, Fadlan, Aufa, Atha, Lala, Vriska, Nadyah, Nindy, Dea, Rina, dan Agung yang telah mewarnai masa perkuliahan,
8. Keluarga besar Civita59ahar, yang telah menemani dan membersamai perjalanan penulis selama lebih dari tiga tahun.
9. Rekan-rekan SMILE IPB, Syamsi, Alfa, Firman, Fadlan, Makmur, Elmanda, Rifka, Maya, dan Luthfiana, sahabat dari SMA Negeri 1 Lembang yang menjadi pengingat akan akar dan perjalanan panjang yang telah dilalui bersama.
10. Keluarga besar Pondok Inspirasi, Bushido Warriors, PKU's gank, Momol Comel, Paguyuban Mahasiswa Bandung (PAMAUNG), atas pengalaman dan pembelajaran yang berharga.
11. Terima kasih untuk diri sendiri, yang selalu memilih untuk melangkah maju, menjaga komitmen, dan percaya pada proses panjang ini hingga titik akhir.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Agi Khoerul Diqri



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Karakteristik Iklim dan Pertanian Kabupaten Belu	3
2.2 <i>Solar Powered Irrigation System</i> (SPIS)	3
2.3 Potensi Energi Surya dan Teknologi Fotovoltaik	4
2.4 Neraca Air dan Kebutuhan Irigasi Lahan Sawah	4
2.5 Sistem Pemompaan Air dan <i>Total Dynamic Head</i>	5
2.6 Analisis Kesesuaian Lokasi dengan <i>MCDM weighted overlay</i>	5
2.7 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Cakupan, Asumsi, dan Batasan Penelitian	8
3.4 Prosedur Kerja	9
3.5 Analisis Data	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Potensi Energi Surya Kabupaten Belu	17
4.2 Neraca Air Bulanan, Evapotranspirasi, dan Identifikasi Periode Defisit	19
4.3 Kebutuhan Irigasi Harian pada Lahan Sawah	21
4.4 Aksesibilitas Sumber Air (Jarak Lahan ke Jaringan Sungai)	23
4.5 Kemiringan Lereng Lahan Sawah	24
4.6 Kebutuhan Daya Pompa dan Rasio Kecukupan Energi	25
4.7 Kesesuaian Lokasi Implementasi SPIS di Kabupaten Belu	29
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	49



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Data yang digunakan dalam penelitian	8
2	Nilai <i>derating factor</i> berdasarkan mekanisme kerugian sistem PV	10
3	Perbandingan bobot kriteria dan nilai <i>Consistency Ratio</i> (CR)	14
4	Hasil agregasi <i>Geometric Mean</i> dan bobot final	15
5	Reklasifikasi kriteria kesesuaian lokasi (skala 1-5)	15

DAFTAR GAMBAR

1	Wilayah kajian penelitian di Kabupaten Belu, NTT	7
2	Diagram alir penelitian	9
3	Peta potensi energi listrik harian aktual modul surya (E_{PV}) di Kabupaten Belu, NTT (2005-2024)	18
4	Peta distribusi rata-rata neraca air bulanan di Kabupaten Belu, NTT (2005-2024)	19
5	Peta distribusi rata-rata evapotranspirasi referensi bulanan di Kabupaten Belu, NTT (2005-2024)	20
6	Peta kebutuhan air irigasi harian (<i>irrigation requirement</i>) pada lahan sawah di Kabupaten Belu, NTT	22
7	Peta distribusi jarak spasial lahan sawah terhadap jaringan sungai di Kabupaten Belu, NTT	23
8	Peta distribusi spasial kemiringan lereng (<i>slope</i>) pada lahan sawah di Kabupaten Belu, NTT	24
9	Distribusi spasial kebutuhan energi pompa harian (kWh/hari) pada lahan sawah di Kabupaten Belu, NTT	26
10	Peta distribusi spasial rasio kecukupan energi surya (<i>solar energy sufficiency ratio</i>) pada lahan sawah Kabupaten Belu, NTT	28
11	Peta tingkat kesesuaian lokasi untuk implementasi <i>Solar Powered Irrigation System</i> (SPIS) pada lahan sawah di Kabupaten Belu, NTT	29

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Kuesioner AHP (<i>Pairwise Comparison</i>)	37
2	Lampiran 2 Profil responden pakar analisis AHP	40
3	Lampiran 3 Hasil matriks perbandingan berpasangan <i>software</i> SuperDecision	41
4	Lampiran 4 Perhitungan <i>geometric mean</i> (GM) dari lima pakar	43
5	Lampiran 5 Skrip pemrograman untuk Google Earth Engine (GEE) untuk klasifikasi tutupan lahan	44
6	Lampiran 6 Grafik neraca air bulanan rata-rata	45
7	Lampiran 7 Peta <i>Total Dynamic Head</i> (TDH)	46
8	Lampiran 8 Peta verifikasi visual dan validasi spasial kelas kesesuaian lokasi SPIS menggunakan google satelit	47



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.