

SKRIPSI

ANALISIS PENENTUAN LOKASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KABUPATEN SOPPENG BERBASIS *GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*

Disusun dan diajukan oleh:

**INDRA WAHYU PRATAMA
D041 20 1014**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENENTUAN LOKASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KABUPATEN SOPPENG BERBASIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

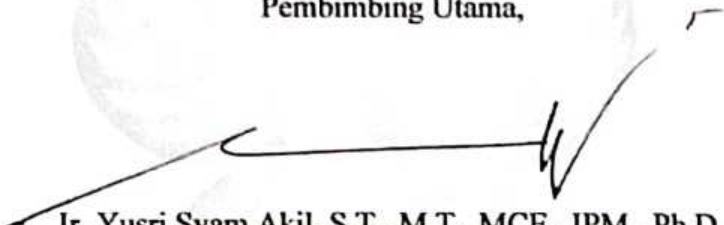
Disusun dan diajukan oleh

Indra Wahyu Pratama
D041201014

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 28 Agustus 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Ir. Yusri Syam Akil, S.T., M.T., MCE., IPM., Ph.D.
NIP. 197703222005011001

Ketua Program Studi,




Prof. Dr. Ir. Faizal A Samman, M.T., IPU., ASEAN.Eng. ACPE.
NIP. 197506052002121004

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indra Wahyu Pratama

NIM : D041201014

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ANALISIS PENENTUAN LOKASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA DI KABUPATEN SOPPENG BERBASIS *GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 26 Agustus 2024

Yang menyatakan



Indra Wahyu Pratama

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini berjudul “Analisis Penentuan Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Kabupaten Soppeng Berbasis Geographic Information System”

Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan dari Program Sarjana di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Selama proses penulisan, penulis menghadapi berbagai rintangan, namun berkat kemudahan, kesabaran, dan pertolongan yang Allah SWT berikan, penulis dapat mengatasi tantangan tersebut. Penulis juga menerima bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak, yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.

1. Orang tua tersayang yaitu Bapak Kurniadi Saifuddin S.Pd (Alm) yang meninggal pada tanggal 18 Maret 2024 lalu dan Ibu Rosmini serta kakak dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, bimbingan, doa dan bantuan dalam bentuk apapun selama proses perkuliahan sampai saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Yusri Syam Akil, S.T., M.T., MCE., IPM., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, saran dan masukan, serta berbagi ilmu selama proses penelitian dan pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Tajuddin Waris, M.T. dan Ibu Ir. Hasniaty A, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah menyempatkan waktu untuk hadir selama seminar dan memberikan kritik, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Seluruh dosen dan staf pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah mengajar dan mendidik,



memberikan dukungan serta bantuan selama masa kuliah sampai pada penyelesaian skripsi ini.

5. A40 yaitu Yani, Ucci, Fiqhul, Rahmat, Jagra, Adi, Aedhil, Akmal dan Decul yang telah kebersamai, memberikan bantuan, dukungan, kritik dan saran, serta berbagi ilmu mulai dari penyusunan proposal sampai penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman Laboratorium *Research Group* Pembangkitan Terdistribusi Energi dan Lingkungan
7. Geng asepi yaitu Cipa, Kordes (Fadly), Ismi, Arya, Rara, Isma, Kisana, Mamak (Livia), dan Walda yang telah kebersamai, memberikan bantuan, dukungan, kritik dan saran, serta berbagi ilmu mulai dari penyusunan proposal sampai penyelesaian skripsi ini.
8. Saudara(i) PROCEZ20R atas kerjasama, kebersamaan, pengalaman serta dukungan dalam menjalani dinamika dunia perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung penulis selama masa perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini.

Penulis mengakui adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan terbuka untuk menerima kritik, saran, serta arahan dari berbagai pihak. Hal ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan dan penyempurnaan skripsi ini, serta menjadi bahan evaluasi di masa depan. Diharapkan juga bahwa penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis serta para pembaca.



ABSTRAK

INDRA WAHYU PRATAMA. Analisis Penentuan Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Kabupaten Soppeng Berbasis *Geographic Information System* (dibimbing oleh Yusri Syam Akil)

Indonesia adalah negara yang terletak di garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi pemanfaatan energi surya yang termasuk salah satu energi terbarukan. Hal ini didukung dengan adanya Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) periode 2021-2030 dan Kebijakan Energi Nasional (KEN) dalam peraturan pemerintah nomor 79 Tahun 2014 yang mendukung adanya transisi energi. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan potensi lokasi dan menghitung potensinya untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kabupaten Soppeng. Dengan menggunakan aplikasi *Geographic Information Sistem* (GIS) yang memungkinkan untuk mendapatkan lokasi terbaik dengan waktu yang singkat. Adapun metode analisa yang digunakan untuk menentukan potensi lokasi terbaik yaitu dengan metode skoring dan pembobotan. Dalam penelitian ini menghasilkan suatu sistem informasi geografis yang menggambarkan peta tematik untuk penentuan lokasi terbaik untuk pembangunan PLTS di Kabupaten Soppeng yang mana hasil lokasi terbaiknya berada di Desa/Kelurahan Kebo. Potensi pembangkit listrik tenaga surya di lokasi terbaik berdasarkan hasil analisis diperoleh dengan pemakaian harian 2598 kWh maka diperlukan luas *area* sebesar 3144 m^2 dengan daya yang dibangkitkan sebesar 582 kWp. Dengan luasan *area* yang tersedia yaitu 7000 m^2 maka membangkitkan daya sebesar 1.3 MW. Dengan penambahan beban sebesar 7% tiap tahunnya, maka *area* tersebut masih bisa dipakai selama 12 tahun kedepan dari Tahun 2024.

Kata Kunci : Energi surya, PLTS, GIS, Skoring dan pembobotan



ABSTRACT

INDRA WAHYU PRATAMA. Analysis of Solar Power Plant Location Determination in Soppeng Regency Based on Geographic Information System (supervised by Yusri Syam Akil)

Indonesia is a country located on the equator so it has the potential to utilize solar energy which is one of the renewable energies. This is supported by the General Plan for Electricity Supply (RUPTL) of PT PLN (Persero) for the 2021-2030 period and the National Energy Policy (KEN) in government regulation number 79 of 2014 which supports the energy transition. This research was conducted to determine the potential location and calculate its potential for the construction of Solar Power Plants (PLTS) in Soppeng Regency. Using the Geographic Information System (GIS) application that allows one to get the best location in a short time. The analysis method used to determine the best potential location is the scoring and weighting method. This research produces a geographic information system that illustrates thematic maps for determining the best location for solar power plant construction in Soppeng Regency where the best location results are in Kebo Village. The potential for solar power generation at the best location based on the analysis results obtained with a daily usage of 2598 kWh, an *area* of 3144 m^2 is required with a generated power of 582 kWp. With the available *area* of 7000 m^2 , the power generated is 1.3 MW. With a 7% increase in load each year, the *area* can still be used for the next 12 years from 2024.

Keywords: Solar energy, PLTS, GIS, Scoring and weighting



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Energi Terbarukan	5
2.2 Energi Matahari	6
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.4 Jenis Sistem PLTS	8
2.5 Komponen Pada PLTS.....	10
2.6 Jenis Jenis Panel Surya	13
2.7 Prinsip Kerja PLTS	14
2.8 Kapasitas Komponen PLTS	16
2.9 Kelebihan dan Kekurangan PLTS.....	17
2.10 <i>Geographic Information System (GIS)</i>	17
2.11 Sistem dalam <i>Geographic Information System (GIS)</i>	18
2.12 Data Spatial.....	19
2.13 Peta Digital.....	19
Metode Skoring dan Pembobotan	20
Metode Pembobotan <i>Rank Order Centroid (ROC)</i>	21
Penelitian Terdahulu	22
METODE PENELITIAN	26



3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	26
3.4	Alur Penelitian	27
3.5	Parameter Dalam Penentuan Lokasi	28
3.5.1	Parameter Dalam Penentuan Lokasi Tingkat Kecamatan	28
3.5.2	Parameter Dalam Penentuan Lokasi Tingkat Desa/Kelurahan	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Kondisi Lokasi Penelitian	40
4.2	Penentuan Lokasi Terbaik.....	42
4.2.1	Lokasi tingkat kecamatan.....	42
4.2.2	Gambaran umum lokasi berpotensi di tingkat kecamatan	63
4.2.3	Lokasi tingkat desa/kelurahan.....	65
4.2.4	Gambaran umum lokasi berpotensi ditingkat kelurahan/desa.....	88
4.3	Menghitung Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Lokasi Terbaik	91
4.3.1	Potensi PLTS berdasarkan pemakaian harian	92
4.3.2	Potensi PLTS dari luasan <i>area</i> yang tersedia.....	93
4.3.3	Potensi PLTS apabila terjadi penambahan beban	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA		98



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram alur penelitian.....	27
Gambar 2 Hubungan derajat dan persen.....	34
Gambar 3 Peta wilayah Kabupaten Soppeng	40
Gambar 4 Peta intensitas cahaya di Kabupaten Soppeng berdasarkan NASA	45
Gambar 5 Peta intensitas cahaya di Kabupaten Soppeng berdasarkan global solar atlas ..	47
Gambar 6 Peta suhu di kabupaten soppeng	50
Gambar 7 Peta kawasan hutan di Kabupaten Soppeng	52
Gambar 8 Peta kepadatan penduduk di Kabupaten Soppeng.....	55
Gambar 9 Peta wilayah Kecamatan Lilirilau	64
Gambar 10 Peta wilayah Kecamatan Citta	65
Gambar 11 Peta kemiringan Kecamatan Lilirilau.....	66
Gambar 12 Peta kemiringan Kecamatan Citta	67
Gambar 13 Peta ketinggian Kecamatan Lilirilau.....	69
Gambar 14 Peta ketinggian Kecamatan Citta	70
Gambar 15 Peta jarak terhadap permukiman Kecamatan Lilirilau	72
Gambar 16 Peta jarak terhadap permukiman Kecamatan Citta	73
Gambar 17 Peta jarak terhadap jalan Kecamatan Lilirilau	75
Gambar 18 Peta jarak terhadap jalan Kecamatan Citta.....	76
Gambar 19 Peta jenis tanah Kecamatan Lilirilau.....	78
Gambar 20 Peta jenis tanah Kecamatan Citta	79
Gambar 21 Peta wilayah Desa/Kelurahan Kebo.....	89
Gambar 22 Desa/kelurahan kebo	90
Gambar 23 Lokasi berpotensi di desa/kelurahan kebo	90
Gambar 24 Kurva pertumbuhan beban pertahunnya	95



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 2 Potensi intensitas cahaya.....	29
Tabel 3 Potensi suhu	30
Tabel 4 Potensi kawasan hutan/penggunaan lahan	32
Tabel 5 Potensi kepadatan penduduk.....	33
Tabel 6 Potensi kemiringan dalam persen	34
Tabel 7 Potensi kemiringan dalam derajat.....	35
Tabel 8 Potensi ketinggian.....	35
Tabel 9 Potensi jarak terhadap jalan	36
Tabel 10 Potensi jarak terhadap permukiman.....	37
Tabel 11 Potensi Jenis Tanah.....	39
Tabel 12 Wilayah Kabupaten Soppeng.....	41
Tabel 13 Titik kordinat tiap kecamatan	41
Tabel 14 Intensitas cahaya di tiap kecamatan perbulannya	44
Tabel 15 Rata - rata intensitas cahaya di tiap kecamatan dari NASA.....	46
Tabel 16 Rata - rata intensitas cahaya di tiap kecamatan dari global solar atlas	46
Tabel 17 Suhu di tiap kecamatan perbulannya	49
Tabel 18 Rata - rata suhu di tiap kecamatan	51
Tabel 19 Kawasan hutan di tiap kecamatan.....	53
Tabel 20 Persebaran penduduk di tiap kecamatan.....	54
Tabel 21 Kepadatan penduduk di tiap kecamatan.....	55
Tabel 22 Bobot setiap parameter di tingkat kecamatan	57
Tabel 23 Skor intensitas cahaya.....	58
Tabel 24 Skor suhu	58
Tabel 25 Skor kawasan hutan/penggunaan lahan	58
Tabel 26 Kepadatan penduduk.....	58
Tabel 27 skoring dan pembobotan intensitas cahaya dari NASA.....	59
Tabel 28 skoring dan pembobotan intensitas cahaya dari global solar atlas.....	59
Tabel 29 skoring dan pembobotan suhu	60
Tabel 30 skoring dan pembobotan kawasan hutan/penggunaan lahan	60
Tabel 31 skoring dan pembobotan kepadatan penduduk	61
Tabel 32 Jumlah total skoring dan pembobotan tingkat kecamatan berdasarkan intensitas cahaya dari NASA	61
Tabel 33 Jumlah total skoring dan pembobotan tingkat kecamatan berdasarkan intensitas cahaya dari global solar atlas	62
Tabel 34 Persentase kemiringan di tiap desa/kelurahan di Kecamatan Lilirilau dan Kecamatan Citta.....	68
Tabel 35 Ketinggian di tiap desa/kelurahan di Kecamatan Lilirilau dan Kecamatan Citta	71
Tabel 36 Jarak terhadap permukiman di tiap desa/kelurahan di kecamatan Lilirilau dan Kecamatan Citta.....	74
Tabel 37 Jarak terhadap jalan di tiap desa/kelurahan di kecamatan Lilirilau dan Kecamatan Citta.....	77
Tabel 38 Jenis tanah di tiap desa/kelurahan di Kecamatan Lilirilau dan Kecamatan Citta	80
Tabel 39 Bobot setiap parameter di tingkat kelurahan.....	82
↳ skor kemiringan.....	82
↳ skor ketinggian	83
↳ skor jarak terhadap permukiman	83
↳ skor jarak terhadap jalan	83
↳ skor jenis tanah.....	83



Tabel 45 Skoring dan pembobotan kemiringan	84
Tabel 46 Skoring dan pembobotan ketinggian.....	84
Tabel 47 Skoring dan pembobotan jarak terhadap permukiman.....	85
Tabel 48 Skor dan pembobotan jarak terhadap permukiman.....	86
Tabel 49 Skor dan pembobotan jenis tanah	86
Tabel 50 Jumlah total skoring dan pombobotan tingkat desa/kelurahan	87
Tabel 51 Spesifikasi panel surya.....	91
Tabel 52 Suhu di Desa/Kelurahan Kebo.....	91
Tabel 53 Penambahan beban 7% tiap tahunnya.....	95



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan keterangan
W	Energi yang dibangkitkan (Kwh/hari)
G_{av}	Intensitas sinar matahari (kwh/m ²)
PV_{Area}	Luas <i>area</i> (m ²)
PSI	Peak Sun Insulation (1000 W/m ²)
n_{pv}	Efisiensi modul
TCF	Temperature Correction Factor
$P_{Wattpeak}$	Daya yang dibangkitkan (Wp)
n_{out}	Efisiensi keluaran (%) (asumsi 95%)
P_{MPP}	Daya maksimum panel surya (W)
W_j	Hasil pembobotan ROC
k	Banyaknya kriteria
i	Nilai perulangan dari $i = 1$ sampai k
α	Derajat kemiringan (°)
%	Persentase kemiringan (%)
Y	Representasi sumbu Y
X	Representasi sumbu X



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data intensitas cahaya dan suhu Kecamatan Citta dari website NASA	101
Lampiran 2 Data intensitas cahaya dan suhu Kecamatan Citta dari <i>website global solar atlas</i>	102
Lampiran 3 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan donri - donri dari website NASA	103
Lampiran 4 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan donri - donri dari website global solar atlas	104
Lampiran 5 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan ganra dari website NASA	105
Lampiran 6 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan ganra dari website global solar atlas	106
Lampiran 7 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan lalabata dari website NASA ..	107
Lampiran 8 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan lalabata dari website global solar atlas	108
Lampiran 9 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan liliriaja dari website NASA ...	109
Lampiran 10 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan liliriaja dari <i>website global solar atlas</i>	110
Lampiran 11 Data intensitas cahaya dan suhu Kecamatan Lilirilau dari website NASA	111
Lampiran 12 Data intensitas cahaya dan suhu Kecamatan Lilirilau dari website global solar atlas	112
Lampiran 13 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan marioriawa dari website NASA	113
Lampiran 14 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan marioriawa dari <i>website global solar atlas</i>	114
Lampiran 15 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan marioriawo dari website NASA	115
Lampiran 16 Data intensitas cahaya dan suhu kecamatan marioriawo dari website global solar atlas	116
Lampiran 17 Data intensitas cahaya dan suhu desa/kelurahan kebo dari website NASA	117
Lampiran 18 Surat pengambilan data di PUPR Soppeng	118
Lampiran 19 Surat pengambilan data di BPKH Makassar	119
Lampiran 20 Surat pengambilan data di PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Sulselrabar	120
Lampiran 21 Spesifikasi panel surya	121



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem ketenagalistrikan di Indonesia saat ini sedang mengalami perubahan yang signifikan, khususnya pada teknologi yang digunakan untuk menghasilkan dan mendistribusikan listrik. Perubahan ini dilakukan untuk melawan perubahan iklim dan meningkatkan stabilitas energi. Oleh karena itu, berbagai inisiatif telah dilakukan, termasuk pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk pembangkitan listrik. Energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat menghasilkan energi dalam jumlah tidak terbatas (tidak habis) seperti tenaga surya, angin, biomassa, energi panas bumi, dan lainnya. Sumber energi terbarukan banyak digunakan karena ramah lingkungan, dan tidak memerlukan biaya.

Energi listrik dianggap penting bagi kehidupan sehari-hari, khususnya di bidang perumahan, pemerintahan, dan industri. Pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya penggunaan peralatan yang menggunakan listrik menyebabkan peningkatan kebutuhan energi listrik secara signifikan. Jumlah konsumsi daya listrik yang setiap tahunnya meningkat diperkirakan akan terus meningkat. Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) periode 2021 – 2030 menyebutkan bahwa rencana pembangunan pembangkit listrik sebesar 40.575 MW, dengan rincian yaitu pembangkit tenaga Listrik yang bersumber dari energi baru dan terbarukan sebesar 20.923 MW atau setara dengan 51.6 % dari total pembangkit Listrik dan pembangkit tenaga Listrik yang bersumber dari energi fosil sebesar 19.652 MW atau setara dengan 48.4 % dari total pembangkit tenaga Listrik (PT PLN (PERSERO), 2021).

Semakin berkurangnya jumlah cadangan energi fosil dan meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan menyebabkan meningkatnya minat terhadap energi terbarukan, seperti tenaga surya, angin, biomassa, panas bumi, air, mikrohidro, dan lain-lain sebagai pengganti energi fosil. Di Indonesia, pemerintah menencanakan Kebijakan Energi Nasional (KEN) dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014, yang mewajibkan persentase energi baru



terbarukan dalam bauran energi nasional minimal 23% pada Tahun 2025 dan 31% pada Tahun 2050 (PT PLN (PERSERO), 2021).

Indonesia adalah negara yang terletak di garis khatulistiwa geografis dan mempunyai banyak manfaat serta potensi pemanfaatan energi surya. Hal ini disebabkan besarnya radiasi matahari bergantung pada garis lintang, kondisi atmosfer, dan posisi matahari relatif terhadap garis khatulistiwa. Indonesia memiliki rata-rata jumlah radiasi yang relatif tinggi, yaitu $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ (Ridho dkk., 2018). Hal ini penting bagi Indonesia karena memungkinkan untuk memanfaatkan dan menciptakan energi surya menjadi tenaga listrik. Namun pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit tenaga listrik di Indonesia hanya mendapat porsi 1% bersama dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm), dan pembangkit listrik tenaga biodiesel, sedangkan pembangkit listrik tenaga air mendapat porsi 2% dan pembangkit listrik tenaga panas bumi bagian 7%. 90% sisanya berasal dari energi fosil (Sawitri, 2016).

Misalnya saja di wilayah Sulawesi Selatan, tepatnya di Kabupaten Soppeng, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) masih belum banyak dikembangkan. Sedangkan secara geografis, Kabupaten Soppeng memiliki radiasi rata-rata sekitar $4,16 - 5,22 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ (Global Solar Atlas, 2024). Tentunya hal ini bermanfaat untuk dimanfaatkan untuk mendorong pengembangan pemanfaatan energi bersih dan transisi energi dengan cara pembangunan pembangkit listrik tenaga surya di wilayah potensial di Kabupaten Soppeng.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan potensi lokasi untuk PLTS adalah dengan memanfaatkan sistem informasi geografis. *Geographic Information System* (GIS) merupakan suatu sistem informasi geografis yang sebagian fungsinya mencakup data terestrial yang memudahkan penentuan koordinat geografis suatu lokasi tertentu. Penelitian ini akan membuat sistem informasi geografis yang mampu menggambarkan atau merekomendasikan lokasi pengembangan pembangkit listrik tenaga surya di daerah tersebut.



ada penelitian terdahulu (Alfiansyah, 2021) membahas mengenai potensi listrik tenaga surya berbasis aplikasi *Geographic Information System* Kabupaten Bone. Persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya

adalah sama-sama berbasis GIS untuk menentukan lokasi terbaik. Sedangkan perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah lokasi dari penelitian sebelumnya adalah Kabupaten Bone, sedangkan dalam penelitian ini berlokasi di Kabupaten Soppeng. Selain itu perbedaannya terletak pada pemilihan lokasinya juga yang mana pada penelitian sebelumnya untuk lokasi tingkat desanya hanya langsung mengambil salah satu desa dari kecamatan yang berpotensi, sedangkan pada penelitian ini lokasi tingkat desanya juga dipilih berdasarkan hasil analisa dengan parameter pemilihan yang berbeda dari parameter pemilihan tingkat kecamatannya. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya juga terdapat pada parameter yang digunakan dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan 4 parameter yang hanya digunakan untuk pemilihan lokasi tingkat kecamatannya, sedangkan pada penelitian ini menggunakan 9 parameter yang mana 4 parameter untuk tingkat kecamatan dan 5 parameter untuk tingkat desa/kelurahannya.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Penentuan Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Kabupaten Soppeng Berbasis *Geographic Information System*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana menentukan lokasi untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kabupaten Soppeng ?
2. Bagaimana menghitung potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di lokasi terbaik di Kabupaten Soppeng ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

- ¹ Untuk menentukan lokasi untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kabupaten Soppeng
- Untuk menghitung potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di lokasi terbaik di Kabupaten Soppeng



1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memberikan kemudahan ke pemerintah setempat ataupun PLN ketika akan membangun PLTS di kabupaten Soppeng
2. Mengembangkan PLTS sebagai alternatif energi terbarukan

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang semakin meluas maka perlu adanya batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Objek penelitian dilakukan di kabupaten Soppeng
2. Menggunakan GIS untuk menentukan lokasi terbaik dalam pembangunan pembangkit listrik tenaga surya
3. Potensi PLTS hanya menghitung luasan *area* yang akan digunakan dan daya yang akan dibangkitkan di lokasi terbaik
4. Pemilihan lokasinya hanya berdasarkan parameter yang digunakan dalam pemilihan lokasi atau berbasis GIS

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu

BAB I	Mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
BAB II	Mencakup landasan teori yang berkaitan dengan penelitian
BAB III	Mencakup metode analisis dan teori pendukung
BAB IV	Mencakup hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan
BAB V	Mencakup Kesimpulan dan saran



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai banyak potensi energi terbarukan, dan layak untuk dikembangkan. Sumber energi alternatif ini mampu memenuhi kebutuhan energi Indonesia. Namun kenyataannya, tidak semua potensi tersebut dimanfaatkan secara efektif. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperoleh kembali secara alami dan dapat diolah secara berkelanjutan. Sumber energi ini secara alami terbatas dan juga bersifat berkelanjutan (Energi abadi) (Suhendar, 2022).

Pada Tahun 2020, kapasitas pembangkit listrik di Indonesia sebesar 72.750,72 megawatt (MW). Sektor rumah tangga merupakan konsumen utama energi sebesar 112.155,85 GWh, sedangkan sektor lainnya, termasuk sektor industri, publik, dan komersial, mengonsumsi lebih sedikit listrik. Jumlah pelanggan listrik di Indonesia pada Tahun 2020 sebesar 79.000.033 pelanggan (Aryanto, 2023).

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai sumber energi dalam jumlah yang signifikan. Indonesia terletak di garis khatulistiwa, sehingga seluruh wilayah Indonesia akan terkena sinar matahari selama 10-12 jam setiap harinya. Indonesia merupakan negara yang mengalami pengaruh garis khatulistiwa dan mempunyai iklim tropis. Pemanfaatan sumber energi alternatif telah meningkat secara signifikan sebagai respons terhadap perkembangan. Sumber energi adalah sumber energi yang memanfaatkan sumber energi yang ramah lingkungan dan tersedia, seperti energi matahari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mempunyai kapasitas menghasilkan energi paling besar pada pagi dan sore hari, sehingga cocok untuk digunakan dalam produksi listrik rumah tangga melalui sumber terbarukan (Yanolanda dkk., 2024).



l meskipun pemanfaatan PLTS masih belum optimal, namun sudah banyak tkan di lingkungan perumahan atau pelayanan kesehatan, sistem ini sangat

banyak digunakan di daerah terpencil yang kekurangan listrik. PLTS merupakan salah satu energi ramah lingkungan, karena tidak melepaskan polutan seperti pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil.

2.2 Energi Matahari

Matahari merupakan sebuah bola gas (bintang) berbentuk bola yang hampir bulat sebagai pusat tata surya, diameternya sekitar 1.392.684 km yaitu kurang lebih 109 kali diameter bumi dan mempunyai jarak 150.000.000 km (93.026.724 mil). Massa matahari sekitar 330.000 kali massa bumi. Sedangkan Bumi merupakan planet ketiga yang paling dekat dengan Matahari. Letak daratan planet yang strategis menyebabkan kondisi tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin. Komposisi matahari terdiri dari tiga lapisan, dengan fotosfer, kromosom, dan mahkota sebagai lapisan penyusunnya. Pancaran sinar matahari melintasi permukaan planet secara besar-besaran, mencapai 3×10^{24} Joule setiap tahunnya. Jika diperkirakan sekitar 10.000 kali konsumsi energi dunia saat ini, maka jumlah energi yang besar ini, jika diubah menjadi tenaga listrik dengan hanya menutupi 0,1% permukaan bumi dan memiliki efisiensi 10%, mampu memenuhi kebutuhan dunia (Suhendar, 2022).

Matahari merupakan penyumbang energi terbesar di planet bumi ini. Sumber energi yang langsung dirasakan dan dimanfaatkan sehari-hari. Bentuk energi lain juga bisa berasal dari energi matahari. Manusia sejak dulu telah memanfaatkan energi matahari selama ribuan tahun. Matahari berperan penting dalam memberikan cahaya dan suhu dalam berbagai aktivitas manusia di Bumi. Cahaya matahari juga dapat dimanfaatkan untuk memperlancar proses fotosintesis. Prosedur ini menghasilkan oksigen yang dibutuhkan manusia dan hewan lain untuk bernafas, dan juga menciptakan sumber makanan bagi makhluk hidup lainnya.

Matahari memancarkan energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik.

Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi disebut insolasi (radiasi matahari radiasi ini diserap, dipantulkan, dihamburkan, dan dipancarkan kembali diasikan kembali. Posisi matahari dapat disimpulkan dari pemahaman terhadap garis lintang dan garis bujur, serta tanggal dan waktu tertentu



pengamatan. Perbedaan garis lintang dan garis bujur suatu wilayah akan berpengaruh terhadap potensi energi surya di wilayah tersebut (Yanolanda dkk., 2024).

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu bentuk energi baru yang terbarukan. PLTS memanfaatkan energi matahari berupa sinar matahari yang langsung diubah menjadi tenaga listrik. Pada dasarnya matahari mengandung energi yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu energi panas dan cahaya. Kedua jenis energi ini dipartisi menjadi dua sistem tenaga surya yang terpisah, yaitu sistem tenaga panas matahari dan sistem tenaga listrik (PLTS). Sistem tenaga panas matahari mengambil panas yang kemudian digunakan untuk memanaskan air, sistem tenaga surya memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik secara langsung. Ketika modul fotovoltaik (PV) terkena sinar matahari, maka modul tersebut akan menghasilkan daya arus searah (DC). Inverter akan mengubah daya DC menjadi daya AC, kemudian didistribusikan ke gedung-gedung (Yonata, 2017).

PLTS efektif mengurangi ketergantungan terhadap tenaga listrik, meningkatkan produksi energi baru terbarukan, dan meningkatkan kualitas lingkungan. Energi listrik yang dihasilkan PLTS bergantung pada beberapa faktor, antara lain jumlah sinar matahari yang diterima komponen fotovoltaik, suhu di sekitar komponen, dan ada tidaknya shading atau bayangan di sekitar komponen. Faktor tenaga surya menjadi penyebab utama produksi energi listrik di PLTS. Radiasi matahari dipengaruhi oleh letak geografis pembangkit, semakin besar nilai radiasi yang diterima maka semakin besar daya yang dapat dihasilkan. Sebaliknya, suhu yang lebih tinggi di sekitar modul akan menyebabkan lebih sedikit listrik yang dihasilkan. Biasanya suhu yang digunakan untuk pengujian modul adalah 25°C, namun pada panas terutama di daerah khatulistiwa, suhu di sekitar modul bisa mencapai 40 – 50 °C. Faktor *shading* pada modul fotovoltaik akan menyebabkan daya yang dihasilkan akan menurun. Hal ini dikarenakan modul tersebut tersusun dari semikonduktor (sel surya) yang dihubungkan secara seri 36, 60, atau 72.



Jika beberapa sel mengalami *shading*, maka besarnya energi yang dihasilkan akan terpengaruh (Yonata, 2017).

Indonesia merupakan salah satu wilayah surplus radiasi matahari, oleh karena itu energi matahari diperkirakan akan memberikan dampak yang signifikan terhadap penggunaan energi terbarukan. Dalam hal ini, tenaga surya merupakan pengganti energi terbarukan yang dapat mengatasi permasalahan penggantian tenaga fosil. Selain itu, energi surya juga dianggap sebagai sumber energi bersih yang memiliki dampak negatif terbatas terhadap lingkungan. Berdasarkan letak geografisnya yang strategis, sebagian besar wilayah Indonesia mampu menciptakan PLTS dengan daya rata-rata hingga 4 kWh/m^2 . Wilayah Indonesia bagian barat mempunyai sebaran radiasi sekitar $4,5 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi 10% per bulan, sedangkan wilayah timur mempunyai potensi $5,1 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi 9% per bulan. Hal ini harus dimanfaatkan dengan baik karena potensi pembangkit listrik tenaga surya masih bisa dikembangkan dengan pesat di berbagai wilayah di Indonesia (Kristyadi, 2023).

2.4 Jenis Sistem PLTS

Berdasarkan teknologi yang digunakan PLTS dibagi menjadi dua sistem yaitu sistem *grid-connected* dan sistem *off-grid (stand alone)*. Sistem PLTS *grid-connected* atau sistem interkoneksi adalah sistem yang terhubung dengan jaringan PLN. Keunggulan sistem yang terhubung ke jaringan antara lain menghasilkan listrik yang bebas emisi dan ramah lingkungan. Sistem ini menguntungkan konsumen dengan mengurangi jumlah listrik yang mereka bayarkan baik untuk rumah maupun kantor. PLTS *off-grid (stand alone)* merupakan suatu jenis sistem yang menghasilkan tenaga listrik secara mandiri guna memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Sistem *off-grid* biasanya berlokasi di wilayah pedalaman atau pulau-pulau besar yang kekurangan sumber Listrik. Jenis – jenis PLTS adalah sebagai berikut (Samsurizal dkk., 2021) :



PLTS off-grid

PLTS Off-Grid merupakan sistem yang tidak memiliki koneksi jaringan. ini berdiri sendiri, dan sering disebut sistem *stand anlone*. Sistem ini

biasanya merupakan sistem yang menggunakan pola tersebar dan memiliki kapasitas terbatas untuk pembangkitan skala kecil. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan sistem penyimpanan tenaga listrik yang bersifat elektrik dan berisi baterai sebagai media penyimpanannya. Ini dimaksudkan untuk memasok listrik ke beban pada saat berawan dan malam hari. Sistem ini berdasarkan aplikasinya, terbagi menjadi dua yaitu *PLTS off grid domestic* dan *PLTS off grid non-domestic*

Sistem fotovoltaik, atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), memanfaatkan energi sinar matahari untuk menghasilkan tenaga listrik. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini dianggap sebagai salah satu solusi paling efektif untuk Listrik di wilayah pedesaan terpencil yang banyak mendapat sinar matahari. Penyebab utama penggunaan fotovoltaik adalah sebagai berikut:

1. Sumber energi yang melimpah dan tanpa biaya
 2. Biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS relatif rendah.
 3. Tidak perlu sering dirawat dan dapat dilakukan oleh operator setempat melalui pelatihan.
 4. Sumber tersedia dan tidak perlu diangkut
 5. Ramah lingkungan, tanpa emisi gas atau limbah padat yang berbahaya.
2. *PLTS off grid domestic*

PLTS off grid domestic adalah suatu sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik ke rumah masyarakat yang belum terhubung dengan jaringan listrik utilitas, dalam hal ini jaringan PLN. Contoh beban listrik yang dicatu oleh sistem ini diantaranya beban oenerangan maupun beban kelistrikan rumah tangga sehari-hari lainnya.

3. *PLTS off grid non domestic*

PLTS off grid non domestic adalah suatu sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyediakan tenaga listrik untuk kebutuhan atau keperluan yang rti telekomunikasi, penerangan jalan, pompa air, repeater radio, stasiun pengamatan cuaca, sistem rambu lalu lintas, pelabuhan dan bandar udara. ye promosi, bantuan navigasi, dan lainnya.



4. PLTS on grid (grid connected PV plant)

PLTS *on grid* atau pembangkit PV yang terhubung ke *grid* merupakan suatu sistem yang terhubung dalam suatu jaringan. Pola operasional penyaluran tenaga listrik terbagi menjadi dua yaitu sistem penyimpanan atau disebut *grid connected PV with battery back up* yang mana sistem ini menggunakan baterai sebagai penyimpan tenaga listrik dan sistem yang tidak mempunyai penyimpanan tambahan atau disebut *grid connected PV without a battery back up*. Baterai pada PLTS *on grid* berfungsi sebagai sumber tenaga listrik untuk beban listrik apabila jaringan atau *grid* tidak mampu menyuplai daya ke beban dalam jangka waktu tertentu dan sebagai sumber tenaga listrik untuk jaringan listrik negara (PLN). Apabila terdapat kelebihan daya yang dihasilkan PLTS, maka diumpankan kembali ke jaringan. Berdasarkan penerapannya, sistem ini terbagi menjadi dua, yaitu PV terdistribusi yang terhubung ke *grid* (*grid connected distributed PV*) dan PV terpusat yang terhubung ke *grid* (*grid connected centralized PV*).

5. PLTS hybrid

PLTS hibrid merupakan jenis pembangkit listrik yang menggabungkan pengoperasian pembangkit listrik lain dengan sumber energi berbeda. Untuk menyuplai tenaga listrik pada suatu sistem guna meningkatkan keandalannya dan menjadikannya berkelanjutan atau kontinyu, sistem tersebut menggunakan metode operasional tertentu. Selain itu, juga berupaya mengurangi biaya energi listrik. Contoh pembangkit listrik *hybrid* adalah pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai sumber energinya, pembangkit listrik mikro yang menggunakan angin sebagai sumber energinya, dan pembangkit listrik generator.

2.5 Komponen Pada PLTS

Panel Surya sebagai sumber energi listrik alternatif dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukan energi listrik. PLTS memiliki beberapa komponen penyusunnya yaitu sebagai berikut (Purwoto dkk., 2018) :



Panel surya

Sel surya adalah perangkat yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik, disebut juga sel fotovoltaiik. Tegangan listrik yang dihasilkan sel surya adalah kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk menghasilkan tegangan listrik besar yang diinginkan, diperlukan beberapa sel surya yang disusun secara seri. Untuk menghasilkan tegangan yang lebih tinggi, dibutuhkan lebih banyak sel surya. Kombinasi beberapa sel surya disebut sebagai panel surya atau modul surya. Susunan sekitar 10-20 panel surya atau lebih akan menghasilkan listrik dan tegangan tinggi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

2. *Solar Charger Controler*

Solar charge controller merupakan bagian dari sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengontrol arus masuk dari panel surya dan arus listrik yang keluar/digunakan. Berfungsi untuk mencegah baterai terisi berlebihan. *Solar charge controller* mengontrol tegangan dan laju aliran dari panel surya ke baterai.

Fungsi dan manfaat *solar charger controller* :

1. Ketika tegangan pada ujung pengisian baterai telah mencapai nilai penuh, pengontrol akan menghentikan arus listrik yang mengalir melalui baterai untuk mencegah pengisian berlebih. Ini akan memperpanjang umur baterai secara signifikan. Dalam skenario ini, listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan langsung didistribusikan ke beban/perangkat elektronik dalam volume tertentu sesuai dengan besarnya daya yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik tersebut.
2. Bila tegangan pada baterai hampir nol, maka pengontrol akan menghentikan aliran tenaga listrik dari baterai ke beban/perangkat elektronik. Ketika tegangan tertentu tercapai (biasanya 10% dari sisa tegangan baterai), arus beban dihentikan oleh pengontrol. Ini melindungi baterai dan mencegah sel-sel baterai rusak. Pada sebagian besar model pengontrol, lampu indikator akan menyala dengan warna tertentu (biasanya merah atau kuning) yang menunjukkan bahwa baterai sedang diisi. Dalam keadaan ini, sisa daya listrik pada baterai berada di bawah 10%, yang merupakan nilai maksimum



yang diperbolehkan. Jika arus pada baterai benar-benar kosong (kurang dari 10%), pengontrol akan memutus aliran daya listrik dari baterai, sehingga peralatan/beban listrik tidak dapat berfungsi. Beberapa pengontrol memiliki meteran digital tambahan yang memberikan informasi lebih rinci, meteran ini digunakan untuk memantau berbagai aspek sistem pembangkit listrik tenaga surya.

3. Inverter

Inverter adalah komponen yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Lebih konkretnya, inverter mengubah tegangan dari sumber DC ke perangkat AC. Tegangan pada sumber inverter bergantung pada baterai, panel surya atau sumber tegangan DC lainnya. Bentuk gelombang keluaran dapat dikategorikan menjadi tiga jenis: yaitu *square wave*, *modified sine wave*, dan *pure sine wave*

1. *Square wave* ini adalah yang paling dasar. Meskipun inverter jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220V AC, 50 Hz, namun kualitasnya sangat buruk. Aplikasi ini hanya dimungkinkan untuk sejumlah perangkat listrik terbatas. Hal ini dikarenakan sifat keluaran inverter ini sangat rentan terhadap distorsi harmonik total.
2. *Modified sine wave*, gelombang sinus termodifikasi mirip dengan gelombang persegi, namun mempunyai keluaran yang berbeda pada titik 0 selama beberapa saat sebelum berpindah ke sisi positif atau negatif. Selain itu, karena gelombang sinus yang dimodifikasi memiliki distorsi harmonik yang tidak terlalu parah dibandingkan gelombang persegi, gelombang ini dapat digunakan di beberapa perangkat listrik, termasuk komputer, TV, dan lampu. Namun, tidak mungkin menggunakannya untuk beban yang lebih rumit.
3. *Pure sine wave* adalah nama yang diberikan untuk gelombang inverter yang hampir identik dengan gelombang sinusoidal sempurna, dengan total distorsi harmonik kurang dari 3%. Ini cocok untuk semua perangkat elektronik. Oleh karena itu, inverter ini juga dianggap sebagai sumber listrik murni. Teknologi yang digunakan pada inverter jenis ini biasa disebut PWM



yang mengubah daya DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hampir sama dengan gelombang sinusoidal.

4. Baterai

Baterai merupakan alat penyimpan energi listrik. Baterai sangat penting untuk sistem tenaga *off-grid*. Dalam merancang kebutuhan baterai, beberapa faktor harus diperhatikan, antara lain DOD (*depth of discharge*), jumlah siklus, efisiensi baterai, laju pengosongan, dan suhu. *Depth of discharge* merupakan presentasi total energi yang dikeluarkan baterai, semakin tinggi nilai DOD maka umur baterai semakin pendek. Masa pakai baterai juga ditentukan oleh jumlah siklusnya. Satu siklus baterai terdiri dari satu pengosongan dan satu pengisian daya. Semakin banyak jumlah siklus per hari, semakin pendek masa pakai baterai (Hidayati, 2021).

2.6 Jenis Jenis Panel Surya

Jenis jenis panel surya dapat digolongkan menjadi sebagai berikut (Purwoto dkk., 2018):

1. Monokristal (*Mono-crystalline*) Ini adalah panel paling efektif yang dibuat dengan teknologi terkini dan menghasilkan jumlah daya terbesar per *area*. Monokristal dimaksudkan untuk digunakan di lokasi yang membutuhkan listrik dalam jumlah besar di lingkungan yang keras dengan banyak sumber daya alam. Memiliki efektivitas hingga 15%. Kekurangan dari panel jenis ini adalah tidak akan efektif pada *area* dengan sinar matahari yang lebih sedikit, efisiensinya akan sangat berkurang pada kondisi berawan.
2. Polikristalin (*Poly-crystalline*) adalah perangkat bertenaga surya yang memiliki komposisi kristal acak karena dibuat melalui proses pengecoran. Sel jenis ini membutuhkan *area* yang lebih luas dibandingkan jenis sel monokristal agar dapat menghasilkan daya listrik yang sama besarnya. Panel surya jenis ini memiliki produktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan monokristal, sehingga harganya biasanya lebih rendah.

Thin film photovoltaic merupakan perangkat bertenaga surya yang memiliki struktur berlapis tipis dari silikon dan mikrokristal amorf yang menghasilkan daya dengan efisiensi modul hingga 8,5%. Oleh karena itu,



luas permukaan yang dibutuhkan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dibandingkan monokristal dan polikristal. Inovasi terbarunya adalah *thin film triple junction photovoltaic* (dengan tiga lapisan) yang dapat sangat efisien di udara berawan dan menghasilkan daya listrik 45% lebih besar dibandingkan jenis panel lain dengan tingkat daya yang sama.

2.7 Prinsip Kerja PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit yang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi utamanya, tidak bergantung pada bahan bakar fosil dalam pengoperasiannya. PLTS memanfaatkan sinar matahari sebagai bahan utama pembangkit tenaga Listrik. Jika dilihat dari jenisnya, ada dua jenis PLTS yaitu (Yuniarti & Aji, 2019) :

1. Langsung (*direct*)

PLTS Langsung adalah metode menghasilkan energi yang memanfaatkan komponen semikonduktor didalamnya. Panel surya biasanya disebut fotovoltaiik atau sel surya.

Alur kerja dari PLTS ini adalah sebagai berikut:

- 1) Panel surya terkena sinar matahari dan menghasilkan tenaga listrik AC
- 2) Pengontrol yang mengisi daya baterai disebut *charge controller*, yang mengatur arus dan tegangan panel surya, yang kemudian digunakan untuk memberi daya pada baterai.
- 3) *Accu* berfungsi sebagai penyimpanan energi tenaga surya atau baterai.
- 4) Inverter mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik yang memiliki rentang tegangan tertentu.

2. Tidak langsung (*indirect*)

PLTS tidak langsung merupakan sistem yang menggunakan komponen (lensa atau cermin) yang mana komponen tersebut dimaksudkan untuk memfokuskan sinar matahari ke konsentrator. Cara menghasilkan tenaga listrik dengan PLTU yaitu dengan uap air yang bertekanan digunakan untuk



memutar turbin. Jika PLTU istilah digunakan yaitu *boiler*, maka di PLTS istilah yang digunakan yaitu konsentrator (*concentrator*).

Alur kerja dari PLTS ini adalah sebagai berikut:

- 1) Cermin atau lensa menerima sinar matahari dan kemudian memantulkan cahaya tersebut reseptor.
- 2) Konsentrator menerima sinar matahari yang memanaskan air di dalam reseptor hingga menjadi uap bertekanan.
- 3) Turbin memperoleh energi dari uap air yang bersifat kinetik, kemudian mengubah energi tersebut menjadi energi mekanik.
- 4) Fungsi generator adalah mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
- 5) Kondensor bertugas menurunkan tekanan uap air yang telah melewati turbin hingga menjadi cair kembali, kemudian air tersebut diiri kembali.

Prosedur pengubahan sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan konsep efek fotovoltaiik. Efek fotovoltaiik pertama kali dikenal oleh Henri Becquerel pada Tahun 1839. Energi matahari adalah nama yang diberikan untuk foton sinar matahari. Ketika foton mencapai permukaan sel fotovoltaiik, foton yang diserap sel menghasilkan energi listrik melalui bantuan semikonduktor tipe p dan n (Yuniarti & Aji, 2019).

Sel surya konvensional mempunyai prinsip p-n *junction* sebagai landasannya, ini merupakan konsep *junction* antara semikonduktor tipe p dan tipe n. Semikonduktor ini tersusun dari ikatan atom yang mengandung elektron sebagai komponen dasarnya. Semikonduktor tipe n memiliki elektron ekstra dalam komposisi atomnya, sedangkan semikonduktor tipe p memiliki lubang ekstra dalam komposisinya. Kondisi memiliki terlalu banyak elektron dan lubang dapat dicapai dengan menambahkan atom doping ke material. Misalnya, untuk memperoleh silikon tipe p dari bahan aslinya, silikon didoping dengan atom boron, sedangkan untuk memperoleh silikon tipe-n dari bahan aslinya, silikon didoping dengan atom fosfor (Firdaus dkk., 2017).



tujuan dari p-n *junction* adalah untuk menciptakan medan listrik untuk reaksi elektron (dan lubang) dari bahan kontak dan menghasilkan listrik.

Ketika semikonduktor tipe p dan tipe n bersentuhan, kelebihan elektron akan bermigrasi dari semikonduktor tipe n ke semikonduktor tipe p, yang menghasilkan tegangan positif pada semikonduktor tipe n, dan tegangan negatif pada semikonduktor tipe p. Akibat aliran elektron dan *hole*, terciptalah medan listrik yang ketika sinar matahari melintasi p-n *junction* ini, maka akan mendorong pergerakan elektron dari semikonduktor ke kontak negatif, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan listrik. *Hole* akan bergerak menuju kontak positif untuk menunggu elektron datang (Firdaus dkk., 2017).

2.8 Kapasitas Komponen PLTS

Kapasitas dari komponen yang digunakan oleh PLTS dapat dihitung dengan cara sebagai berikut (Rahman, 2021) :

1. *Array area (Area PV)*

Luas total array (*Area PV*) ditentukan dengan rumus berikut:

$$PV_{Area} = \frac{W}{G_{AV} \times TCF \times n_{pv} \times n_{out}} \quad (1)$$

dimana :

PV_{Area} = total luas permukaan panel surya (m^2).

W = Energi yang dibangkitkan (kwh/hari)

G_{AV} = besarnya intensitas sinar matahari (kwh/m^2)

TCF = faktor koreksi suhu / temperature correction factor

n_{pv} = efisiensi modul

n_{out} = efisiensi output



aya maksimum yang dihasilkan oleh PLTS

area array (wattpeak) dapat digunakan untuk menghitung besar daya yang kan PLTS, dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{wattpeak}} = PV_{\text{Area}} \times \text{PSI} \times n_{\text{pv}} \quad (2)$$

dimana:

PSI = Peak Solar Insolation/jumlah maksimum energi matahari yang dapat ditangkap bumi, yaitu 1.000 W/m^2 .

2.9 Kelebihan dan Kekurangan PLTS

Masing-masing sistem tentunya menguntungkan dan merugikan, begitu pula dengan sistem PLTS. Manfaat utama PLTS adalah menjadi sumber energi yang tidak pernah habis dan mudah diperoleh, tidak menimbulkan polusi, serta ramah lingkungan. Jika dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil, pemeliharaan dan pengoperasian PLTS tergolong kecil dan risiko kegagalannya rendah. Namun kelemahannya adalah biaya investasi awal yang tinggi mengakibatkan energi listrik yang dihasilkan menjadi mahal jika dibandingkan dengan biaya produksi energi listrik per kWh dari pembangkit listrik lain yang berbahan bakar fosil. Selain itu, efektivitas PLTS juga bergantung pada cuaca sehingga kurang umum dilakukan di wilayah yang intensitas curah hujannya tinggi (Putra dkk., 2020).

2.10 *Geographic Information System (GIS)*

Geographic Information System (GIS) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, tujuannya adalah untuk memanfaatkan data yang mempunyai informasi spasial (berreferensi spasial). Sistem ini memperoleh, memeriksa, menggabungkan, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan informasi yang berhubungan secara spasial dengan kondisi bumi. Teknologi GIS menggabungkan operasi database umum, seperti query dan analisis statistik, dengan kapasitas unik untuk memvisualisasikan dan menganalisis data. Kapasitas inilah yang membedakan GIS dengan sistem informasi lainnya, berguna bagi berbagai keperluan dalam menjelaskan kejadian, merencanakan strategi dan memprediksi apa yang akan terjadi (Aini, 2007).



Sistem ini pertama kali diterapkan di Indonesia pada Tahun 1972 sebagai bank data pembangunan. Kata sistem informasi geografis diciptakan oleh majelis umum persatuan geografis internasional di Ottawa, Kanada pada Tahun 1967. Dikembangkan oleh Roger Tomlinson, kemudian disebut CGIS (*Canadian GIS-SIG* kanada), dan digunakan untuk menyimpan, menganalisis, dan memproses data yang dikumpulkan untuk inventarisasi tanah kanada (*CLI-Canadian Land Inventory*), sebuah inisiatif yang berupaya menentukan kapasitas lahan di pedesaan Kanada dengan memetakan berbagai properti tanah, pertanian, pariwisata, satwa liar, unggas, dan lahan pemanfaatan pada skala 1:250.000. Sejak saat itu, sistem informasi geografis telah berkembang di beberapa benua, khususnya Benua Amerika, Benua Eropa, Benua Australia, dan Benua Asia (Aini, 2007).

2.11 Sistem dalam *Geographic Information System* (GIS)

GIS adalah sistem komputer yang terdiri dari empat subsistem berbeda yang menangani data geografis. Subsistem tersebut adalah sebagai berikut (Irwansyah, 2013):

1. Input data

Subsistem ini untuk mengumpulkan dan menyiapkan informasi geografis atau data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini juga terlibat dalam mengubah format data asli menjadi format yang dapat digunakan oleh GIS.

2. Output data

Komponen subsistem ini menampilkan atau menghasilkan baik hardcopy dari konten database, seperti tabel, grafik, peta, dan sebagainya.

3. Manajemen data

Subsistem ini memfasilitasi penyimpanan informasi spasial dan atribut dalam database, sehingga mudah untuk di perbarui atau di edit.

4. Manipulasi dan Analisis Data

Komponen sistem ini menentukan informasi apa yang dapat dihasilkan oleh GIS. Selain itu, subsistem ini juga mengontrol dan memodelkan data untuk lkan informasi yang diinginkan.



2.12 Data Spatial

Informasi yang akan diakses dalam GIS banyak berupa data spasial, yaitu data yang berbasis geografis. Informasi tersebut mempunyai sistem koordinat tertentu sebagai acuan utamanya dan mempunyai dua komponen penting yang berbeda dengan data lainnya, yaitu informasi lokasi, posisi, serta koordinat (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) (Sawitri, 2016) :

1. Informasi lokasi, posisi, serta koordinat (spasial) adalah data yang menggambarkan letak permukaan/spasial bumi dengan acuan geografis tertentu.
2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, adalah data yang mewakili aspek deskriptif dari data yang dimodelkan, misalnya jenis vegetasi, jumlah penduduk, luas wilayah, kode pos, dan lain-lain.

2.13 Peta Digital

Peta digital adalah penggambaran fenomena geografis yang terkomputerisasi yang dimaksudkan untuk ditampilkan dan dianalisis oleh komputer. Setiap objek pada peta digital dicatat sebagai suatu titik atau sekumpulan titik. Misalnya, suatu benda yang merupakan letak suatu titik akan disimpan sebagai koordinat, sedangkan suatu benda yang merupakan suatu wilayah akan disimpan sebagai himpunan koordinat. Beberapa keunggulan peta digital dibandingkan peta analog (yang disimpan di atas kertas atau media lain selain digital), antara lain: (Masrianto dkk., 2020)

1. Peta digital memiliki kualitas yang tetap. Berbeda dengan kertas yang dapat dilipat atau sobek saat disimpan, peta digital dapat dikembalikan ke keadaan semula kapan saja tanpa mengurangi kualitas.
2. Peta digital mudah disimpan dan ditransfer antar media penyimpanan yang berbeda. peta analog yang disimpan dalam bentuk gulungan kertas misalnya membutuhkan ruang lebih besar dibandingkan peta digital yang disimpan pada harddisk, CD-ROM atau DVD-ROM.



3. Peta digital lebih mudah diakses. Pembaruan data atau perubahan sistem koordinat, lebih mudah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang memiliki fitur spesifik.

Secara teori, pemetaan digital adalah prosedur mengumpulkan gambar digital sebagai data. Tujuan utamanya adalah membuat peta yang menggambarkan wilayah tertentu secara akurat. Peta digital awalnya memiliki tujuan dasar yang sama dengan peta analog, mereka memberikan representasi virtual jalan umum berdasarkan medan di sekitar *area* tersebut. Peta digital dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk data pemetaan aliran daya, pencarian titik-titik penting dan penambahan layanan lokasi untuk membuat peta digital lebih mudah diakses oleh pengguna (Masrianto dkk., 2020).

2.14 Metode Skoring dan Pembobotan

Metode skoring merupakan suatu metode penilaian setiap nilai parameter untuk menentukan derajat kemampuan. Pemberian skor pada penelitian ini diasumsikan dari 1 – 5. Sedangkan metode pembobotan, yaitu suatu metode yang menggunakan karakter yang berbeda-beda atau untuk menentukan kemampuan lahan dan lainnya. Perencanaan zona penilaian dilakukan dengan memberikan nilai atau skor terhadap sejumlah kriteria yang telah ditentukan, kemudian mengambil bobot setiap kriteria dan mengalikannya. (Astuti & Kusumawardani, 2017).

Perencanaan zona penilaian dapat dirumuskan sebagai berikut

$$Z = A \times B \quad (3)$$

dimana :

Z : Skoring

A : Skor/nilai

B : Bobot



2.15 Metode Pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC)

Ide dasar dari metode *Rank Order Centroid* (ROC) adalah menghitung bobot berdasarkan kepentingan dari suatu kriteria. Biasanya terdiri dari pernyataan “Kriteria 1 lebih penting dari kriteria 2, yang lebih penting dari kriteria 3, dan seterusnya”, sampai dengan kriteria ke-n (Saputra, 2020).

Jika, C_1 merupakan kriteria 1, C_2 merupakan kriteria 2, dan seterusnya sampai C_n

$$C_1 \geq C_2 \geq C_3 \geq \dots \geq C_n$$

maka

$$W_1 \geq W_2 \geq W_3 \geq \dots \geq W_n$$

dimana W merupakan pembobotan ROC sehingga jika k merupakan banyaknya kriteria, maka :

$$W_1 = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k}}{k}$$

$$W_2 = \frac{0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k}}{k}$$

$$W_3 = \frac{0 + 0 + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k}}{k}$$

$$W_k = \frac{0 + 0 + \dots + \frac{1}{k}}{k}$$

sehingga secara umum pembobotan ROC dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W_j = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{i} \right) \quad (4)$$



Hasil pembobotan ROC

k : Banyaknya kriteria

i : Nilai perulangan dari $i = 1$ sampai dengan k

2.16 Penelitian Terdahulu

Beberapa jurnal ilmiah yang terkait dengan penggunaan GIS untuk menentukan potensi lokasi dalam pembangunan PLTS adalah sebagai berikut

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan penelitian
1	Muh.Hanif Muzakir	Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Aplikasi <i>Geographic Information System</i> (GIS) Studi Kasus : Kecamatan Kelara, Jeneponto	Pada penelitian terkait menggunakan PLTB dengan parameter yang sesuai dengannya dan dilakukan di jeneponto. Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan PLTS dengan parameter yang sesuai dengannya sendiri dan dilakukan di soppeng
2	Fadli Alfiansyah	Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Aplikasi <i>Geographic Information System</i> (GIS) Studi Kasus : Kabupaten Bone	1. Pada penelitian terkait berlokasi di Kab. Bone sedangkan penelitian ini di Kab. Soppeng. 2. Pada penelitian terkait hanya memilih lokasi berdasarkan tingkat kecamatan saja berdasarkan parameter dan untuk desa dipilih berdasarkan ketersediaan beban. Sedangkan, pada



No	Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan penelitian
			penelitian ini memilih lokasi di tingkat kecamatan dan tingkat desa berdasarkan parameter yang berbeda di tingkat kecamatan dan di tingkat desa. 3. Pada Penelitian terkait menggunakan 4 parameter pemilihan lokasi. Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan 9 parameter pemilihan lokasi
3	Fitria Sawitri	Integrasi SIG dan MCDM Untuk Evaluasi Penentuan Lokasi PLTS, Studi Kasus di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur	Pada penelitian terkait menggunakan metode MCDM. Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan.
4	Bahaa Elboshy, Mamdooh Alwetaishi, Reda M. H. y, dan nr S. .lhaf	A suitability mapping for the PV solar farms in Egypt based on GIS-AHP to optimize multi-criteria feasibility	Pada penelitian terkait menggunakan metode AHP. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan



No	Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan penelitian
5	Ehsan Noorollahi, Dawud Fadai, Mohsen Akbarpour Shirazi, dan Seyed Hassan Ghodsipour	Land Suitability Analysis for Solar Farms Exploitation Using GIS and Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)—A Case Study of Iran	Pada penelitian terkait menggunakan metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan
6	Hamed Hafeznia, Hossein Yousefi, Fatemeh Razi Astarai	A novel framework for the potential assessment of utility-scale photovoltaic solar energy, application to eastern Iran	Pada penelitian terkait menggunakan metode model fuzzy. Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan
7	Renaldy Rahman	Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal Di Kota Banjarbaru	Pada penelitian terkait lokasi perancangannya di Kota Banjarbaru. Sedangkan, pada penelitian ini di Kab. Soppeng
	I.W.G.A Anggara, J.S. Imara,	Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran	Pada penelitian terkait lokasi perancangannya di Universitas Udayana Bukit Jimbaran Sedangkan, pada penelitian ini di Kab. Soppeng



No	Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan penelitian
	I.A.D Giriantari		
9	Haidar Rudin, Emidiana, dan Perawati	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Perumahan Karyawan Blok B55 PT. Cipta Lestari Sawit Bumirejo Estate	Pada penelitian terkait lokasi perancangannya di perumahan karyawan PT. Cipta Lestari Sawit Bumirejo Estate. Sedangkan, pada penelitian ini di Kab. Soppeng

