



ANALISIS PENGEMBANGAN PLTS DI PULAU TAKABONERATE

Rahmat Pratama Arinata¹, Tenri Hadiah Akram²

¹²Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah

Makassar

e-mail : rahmatpratamaarinata329@gmail.com¹, tenrihadiahakram28@gmail.com²

ABSTRAK

Abstrak : Energi Terbarukan (EBT) adalah energi yang berasal dari sumber daya terbarukan seperti sinar matahari, angin, hujan, ombak, dan panas geothermal. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung penentuan kapasitas jangka Panjang kebutuhan Masyarakat dalam pengembangan PLTS 10 tahun kedepan. Penelitian ini dilaksanakan di PT PLN UID Sulselrabar pada tanggal 12 juli – 07 agustus 2023. Metode penelitian yang digunakan adalah metode forecasting (prakiraan) yang di dalamnya terdapat metode kuantitatif yang digunakan untuk menganalisa data berupa angka. Manfaat dari penelitian ini dengan dikembangkannya PLTS 10 tahun kedepan agar pasokan daya yang dibutuhkan Masyarakat cukup baik dan dapat meminimalisir biaya pemakain bahan bakar untuk pemakaian genset pribadi yang terbilang cukup mahal. Berdasarkan hasil analisa data yang telah dilakukan, sudah didapatkan nilai dari kapasitas kebutuhan Masyarakat sebesar 2.784,4 kWh/Hari $\approx$ 3 kWh/Hari dan nilai kapasitas kebutuhan listrik PLTS 10 tahun kedepan pada tahun 2032 sebesar 2.913 kWp, dari penelitian ini pengembangan PLTS Takabonerate belum memperhitungkan pasokan daya untuk 10 tahun kedepan karena kapasitas kontraknya hanya 1.013 kWp maka di perlu penambahan kapasitas pada PLTS Takabonerate agar tidak terjadi kendala apapun dan Masyarakat dapat menikmati listrik dengan handal.

Kata kunci : EBT, Kebutuhan Energi, Pengembangan Kapasitas PLTS

ABSTRACT

Abstrak : Renewable Energy (EBT) is energy that comes from renewable resources such as sunlight, wind, rain, waves and geothermal heat. This research aims to calculate the long-term capacity determination of community needs for development in the next 10 years. This research was carried out at PT PLN UID Sulselrabar on 12 July – 07 August 2023. The research method used was the forecasting method in which there are quantitative methods used to analyze data in the form of numbers. The benefit of this research is the development of PLTS in the next 10 years so that the power supply needed by the community is good enough and can minimize the cost of using fuel for using private generators, which is quite expensive. Based on the results of the data analysis that has been carried out, the value of the community's capacity needs is 2,784.4 kWh/day $\approx$ 3 kWh/day and the value of the electricity PLTS demand capacity for the next 10 years in 2032 is 2,913 kWp. From this research, the development of Takabonerate PLTS We have not yet taken into account the power supply for the next 10 years because the contract



capacity is only 1,013 kWp, so it is necessary to increase the capacity of Takabonerate PLTS so that there are no problems and the community can enjoy electricity properly.

Keywords: EBT, Energy Needs, PLTS capacity development

I. PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia terletak di daerah garis khatulistiwa, tepatnya pada 11°LS-6°LU dan 95°BT-141°BB, sehingga potensi energi surya di Indonesia sangat tinggi dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia. Indonesia memiliki (2) musim yaitu musim kemarau dan musim hujan dengan penyinaran sinar matahari berlangsung sepanjang tahun di seluruh wilayahnya. Oleh karena itu, hampir seluruh daerah di Indonesia memiliki potensi untuk di kembangkan PLTS. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic.

Energi terbarukan (EBT) adalah energi yang berasal dari sumber daya terbarukan seperti sinar matahari, angin, hujan, ombak dan panas geothermal. Energi terbarukan menyediakan energi yang salah satunya dapat di manfaatkan menjadi pembangkit tenaga listrik atau PLTS. Pembangkit EBT khususnya pembangkit listrik tenaga surya masih mewakili dari Sebagian kecil dari pembangkit listrik global.

PLTS Takabonerate yang terletak di Desa Batang, Kecamatan Takabonerate, Pulau Kayuadi desa batang Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan. Pembangunan pembangkit ini merupakan upaya untuk meningkatkan kehandalan daya kelistrikan, rasio elektrifikasi, dan pemanfaatan energi terbarukan di Takabonerate. Ketersediaan listrik merupakan hal yang sangat penting. Hal ini untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat, termasuk masyarakat pulau dan daerah terpencil, Kondisi kelistrikan saat ini bagi masyarakat di takabonerate masih mengandalkan genset pribadi untuk aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, dengan adanya program listrik desa diharapkan dapat tercapainya kebutuhan listrik yang optimal bagi masyarakat di Takabonerate. Jaringan tenaga listrik di Takabonerate diperoleh dari genset mandiri milik warga. Maka, dalam hal ini tentu saja pembangkit masih sangat diperlukan. Kekhawatiran pada perubahan iklim, ketahanan dan keamanan energi telah mendorong berkembangnya industri bertenaga Energi Baru Terbarukan (EBT). Salah satu sumber energi terbarukan seperti sinar surya (PLTS) sangat berlimpah di Indonesia sehingga bisa di jadikan sumber energi untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Studi kelayakan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kajian khususnya pada bidang survei, dan kelistrikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Kelistrikan



Sistem kelistrikan merupakan sistem yang terdiri dari komponen-komponen elektrik yang bekerja Bersama untuk menyediakan dan mendistribusikan listrik dalam suatu sistem. Sistem kelistrikan dapat ditemukan dalam berbagai aplikasi termasuk rumah, Gedung, kendaraan, dan industri. sistem penyaluran tenaga listrik yang lengkap mengandung tiga unsur. Pertama, adanya unsur pembangkit tenaga listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh pusat tenaga listrik skala besar umumnya merupakan tenaga menengah (TM). Kedua, adalah sistem penyaluran, diantaranya saluran transmisi, yang dilengkapi dengan gardu induk. Karena jarak pengiriman yang cukup jauh dan besarnya daya yang dikirim maka diperlukan penggunaan tegangan tinggi (TT), atau tegangan ekstra tinggi (TET).

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber daya terbarukan seperti sinar matahari, angin, ombak dan panas geothermal. Salah satu sumber energi terbarukan seperti sinar matahari, sangat berlimpah di Indonesia sehingga bisa di jadikan sumber energi untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Sistem pembangkit listrik tenaga surya membutuhkan lebih sedikit pemeliharaan dan tidak menggunakan bahan bakar. Biaya energi dari sistem PLTS membutuhkan biaya produksi yang sama atau bahkan lebih rendah di bandingkan biaya produksi listrik dari sumber daya pembangkit yang lain. Jaringan tenaga listrik di Takabonerate saat ini diperoleh dari Genset mandiri milik warga. Sejak bulan Maret tahun 2019 PLN telah menyelesaikan pembangunan jaringan listrik di Desa Batang, pembangunan jaringan tegangan rendah. Takabonerate belum memiliki profil beban harian karena suplai listrik eksisting masih berupa genset mandiri. Namun terdapat data profil beban tipikal dari daerah yang memiliki karakteristik yang sama dengan Takabonerate yaitu Tomia.

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek fotovoltaic, pembangkit listrik tenaga surya menjadi semakin populer karena merupakan sumber energi yang bersih dan terbarukan. Energi matahari tersedia secara melimpah dan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi udara seperti pembangkit listrik berbasis bahan bakar fosil.

Pada PLTS ini, sangat diperlukan beberapa komponen yang saling berkesinambungan agar PLTS dapat beroperasi secara maksimal sesuai dengan potensi energi matahari pada lokasi tujuan pengembangan di pulau takabonerate selayar. Ada beberapa komponen tersebut diantaranya adalah :

1. Panel Surya

Panel surya terdiri dari susunan sel-sel surya. Pada umumnya sel surya terbuat dari bahan silikon yang memiliki sifat sebagai penyerap energi radiasi matahari yang sangat baik. Selama panel surya beroperasi di bawah sinar matahari, energi radiasi

matahari dikonversi menjadi energi listrik dan terjadi peningkatan temperatur sel-sel surya



Gbr.1 Panel Surya

Panel surya atau fotovoltaik merupakan komponen utama yang ada pada sistem PLTS. Fungsi terdiri dari susunan sel-sel fotovoltaik. Sel fotovoltaik adalah perangkat semikonduktor yang mengubah energi cahaya menjadi listrik. Begitu cahaya jatuh pada sel-sel ini dalam kondisi reverse bias, sel sel ini mulai menghasilkan listrik. Dalam sistem PLTS terdapat jenis koneksi sel surya untuk memperoleh spesifikasi yang diinginkan.

2. PV Model (Fotovoltaik)

Fotovoltaik adalah pemilihan jenis modul, arus keluaran tiap modul, keluaran harian tiap modul dan jumlah minimum modul yang diperlukan sesuai dengan besarnya beban (Wibawa & Darmawan, 2008). Fotovoltaik adalah Kumpulan sel surya yang di rangkai secara seri atau paralel dengan tujuan tegangan dan arus yang di hasilkan meningkat sehingga dapat digunakan sebagai sistem catu daya beban, prinsip operasi dasar perangkat fotovoltaik adalah konversi iradasi matahari menjadi listrik. Ada beberapa penerapan prinsip ini. Modul PV atau modul PV Surya adalah rangkaian sel fotovoltaik (PV), juga dikenal sebagai sel surya. Untuk mencapai tegangan dan arus diperlukan, sekelompok modul PV (juga disebut panel PV) dihubungkan ke array besar yang disebut array PV.

Modul PV adalah komponen penting dari setiap sistem PV yang mengubah sinar matahari langsung menjadi am listrik arus searah (DC). persamaannya di bawah ini :

$$EC = \text{Energi dari PV ke Beban} + (\text{Supply dari baterai ke beban} \times \text{Reserve factor}) + \frac{\text{Energy konsumsi 24 jam}}{\eta_{\text{baterai}} \times \eta_{\text{invtbatt}}} \times \text{day of autonomy}$$

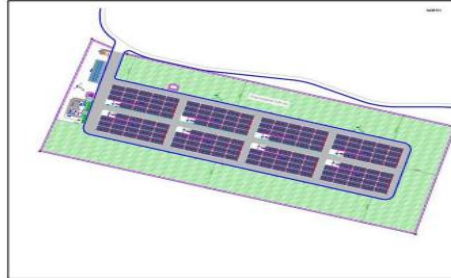
$$\text{Kapasitas PV} = \text{Kapasitas Inverter PV} \times \text{rasio DC/AC}$$

$$\text{Effisiensi Sistem} = \text{Effisiensi sistem} \times \text{inverter} \times \text{jaringan}$$

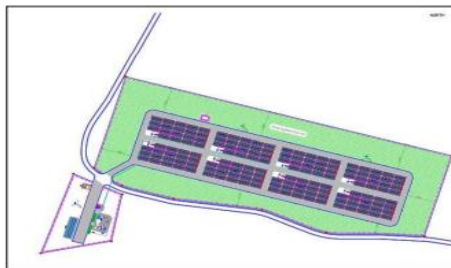
Keterangan : EC = Energy Consumption PV = Fotovoltaik

3. Tata Letak Penempatan Panel PV

Tata letak penempatan panel PV didesain khusus untuk memaksimalkan keluaran energi dengan mengoptimalkan area lahan yang ada dan losses DC/AC. Total modul PV yang digunakan sebanyak 2.736 unit dalam 152 set string.



Gbr 2.General Layout Alt 1



Gbr 3.General Layout Alt 2

4. Baterai

Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi matahari yang dihasilkan pada siang hari sehingga energinya bisa digunakan baik pada siang hari maupun pada malam hari.



Gbr 4.Baterai

Salah satu tantangan terbesar pembangkit listrik tenaga surya adalah faktanya bahwa produksi energi berkala. Teknik yang paling umum digunakan untuk



mengatur berkala adalah penggunaan baterai. Berdasarkan simulasi, kapasitas energi baterai yang dibutuhkan oleh sistem Takabonerate adalah sebesar $2448 \approx 3$ kWh. persamaannya seperti di bawah in :

$$\text{kapasitas baterai} = \text{reserve factor} \times \left(\frac{\text{Energy Konsumsi malam}}{\text{DoD (\%)}} \right) + \text{day of autonomy} \times \left(\frac{\text{energy konsumsi 24 jam}}{\text{DoD (\%)} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{invbatt}}} \right)$$

Total Energi kWh = Energi konsumsi malam : η_{batt} : η_{bid} inverter

$$\text{Kapasitas Inverter Baterai} = \frac{\text{energi konsumsi malam} \times \text{reserve factor}}{\text{PSH} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{invbatt}}}$$

Keterangan : DoD = Menghitung Kapasitas Baterai Yang Hilang

PSH = Peak Sun Hour

5. Inverter

Inverter adalah peralatan elektronik yang berfungsi mengubah arus DC menjadi arus AC Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu, tergantung pada kebutuhan beban dan juga apakah inverter akan menjadi bagian dari sistem yang terhubung ke jaringan listrik atau sistem yang berdiri sendiri. Pabrikasi besar umumnya mengusulkan masa pakai inverter mereka sampai dengan 20 tahun. persamaannya di bawah ini :

$$\text{Kapasitas Inverter} = \frac{EC}{\text{PSH} \times \eta_{\text{system}}}$$

Keterangan : EC = Energy Consumption

PSH = Peak Sun Hour

C. Takabonerate

Takabonerate adalah kecamatan yang berada di kepulauan selayar tepatnya di desa batang, kecamatan takabonerate, kabupaten kepulauan selayar propinsi Sulawesi selatan. Masyarakat di desa batang berpropesi kebanyakan sebagai nelayan dengan jumlah total ± 1630 , rumah serta terdapat juga 17 fasilitas umum. Desa ini adalah desa yang terpisah (Desa Pulau) dari daratan kecamatan (Pulau Jampea). Jarak antara pelabuhan jampea dan pelabuhan kayu adi ± 2 jam perjalanan via lauk dengan menggunakan perahu kecil. Kondisi kelistrikan saat ini masyarakat masih mengandalkan genset pribadi untuk aktifitas sehari hari. PLTS Takabonerate di desa batang pulau kayu adi, kepulauan selayar, Sulawesi selatan. Pembangunan pembangkit ini merupakan upaya untuk meningkatkan kehandalan daya kelistrikan, rasio elektrifikasi, dan pemanfaatan energy terbarukan di desa takabonerate. Desa batang terletak di kecamatan takabonerate. Ketersediaan listrik merupakan hal yang sangat penting. Hal ini untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat, termasuk masyarakat pulau dan daerah terpencil. Kondisi kelistrikan saat ini masyarakat masih mengandalkan genset pribadi untuk aktivitas sehari hari. Oleh karena itu, dengan



adanya proram listrik desa di harapkan dapat tercapainya kebutuhan listrik masyarakat di takabonerate.

1. PSH (Peak Sun Hour)

PSH atau di kenal dengan *Peak Sun Hour*, PSH itu sendiri adalah parameter yang dapat di bandingkan berapa lamanya penyinaran sinar matahari atau kondisi dimana radiasi sinar matahari maksimal. Persamaannya seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Peak Sun Hour (h)} &= \frac{\text{Global Horizontal Irradiance Setahun (kWh/m}^2\text{)}}{\text{Kondisi Sistem configuration x 365 hari}} \\ &= \frac{2051,5 \text{ (kWh/m}^2\text{)}}{\text{kondisi STC 1000 X 365 hari}} \end{aligned}$$

Keterangan: GHI = Global Horizontal Irradiance

STC = System Configuration

2. BPS Takabonerate

BPS Takabonerate dalam angka 2021 jumlah penduduk dan jumlah penduduk Rumah Tangga pertahunnya seperti pada Tabel

Tahun	Jumlah Penduduk Takabonerate
2013	12.922
2014	13.112
2015	13.293
2016	13.469
2017	13.643
2018	13.804
2019	13.960
2020	13.484
2021	13.541
2022	13.623

Table 1 Jumlah Penduduk Takabonerate

Tahun	Jumlah KK Takabonerate
2014	3.043
2015	3.066
2016	3.095
2017	3.140
2018	3.187



Table 2 Jumlah KK Takabonerate

D. Metode Forecasting

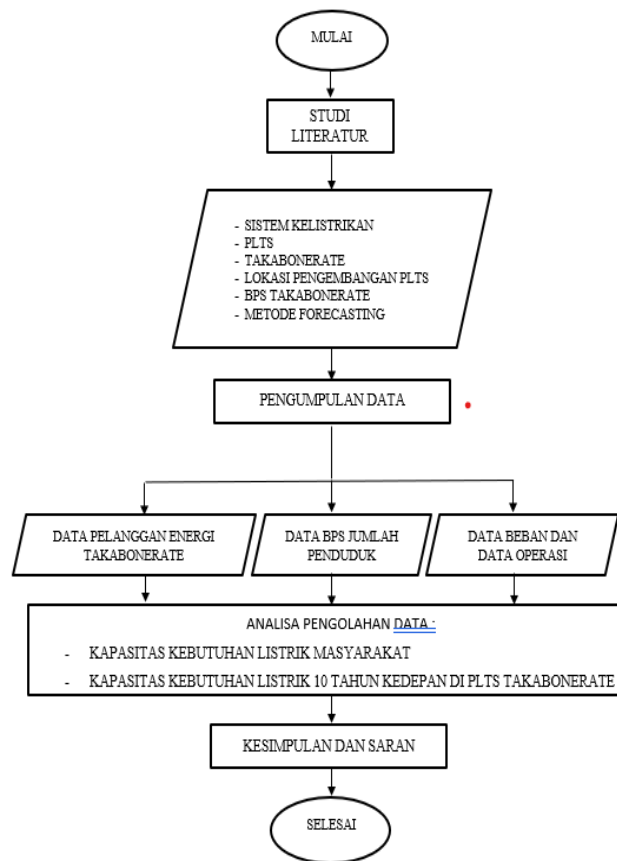
Forecasting adalah estimasi informatif (data) yang bersifat prediksi dalam menentukan tren di masa yang akan menggunakan data historis sebagai inputnya. Metode demand forecasting dikenal dengan beberapa model namun secara garis besar dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori yaitu *gut feeling*, *naïve projection*, *multivariate*, dan *End-use*. Dibawah ini adalah contoh penjumlahan pertumbuhan setiap tahunnya.

$$\text{Pertumbuhan} : (187-174)/174 \times 100\% = 7,5 \%$$

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode forecasting yang bersifat prediksi dalam menentukan dimasa yang akan menggunakan data histori sebagai inputnya dan ada dua klasifikasi metode forecasting yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif di mana pada penelitian ini, yang di gunakan adalah metode kuantitatif dalam menganalisa pengembangan kebutuhan kapasitas PLTS 10 tahun kedepan. Ada beberapa tahapan metode yang di lakukan seperti teknik pengumpulan data, teknik analisa data dan alur penelitian Pembuatan tugas akhir ini dilaksanakan di makassar pada PT PLN (Persero) UID Sulselrabar selama 3 minggu mulai dari tanggal 12 juli – 7 agustus 2023 sesuai dengan waktu di rencanaknnya penelitian.



Gbr 5.Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebutuhan Daya Rata-Rata Pemakaian Pelanggan

Takabonerate adalah kecamatan yang berada di kepulauan selayar yang masyarakatnya dominan berprofesi sebagai nelayan dengan jumlah total ± 1630 pelanggan serta terdapat juga 17 fasilitas umum. Desa batang terdiri dari atas 1630 pelanggan. Perhitungan kebutuhan energi rumah tangga dapat dilihat pada Tabel

No	Peralatan	Jumlah	Daya (watt)	Jam Nyala (h)	Energi (Wh)
1	Lampu LED	2	10	16	320
2	TV LED	1	100	3	300
3	Kulkas	1	100	9	900
4	Peralatan lain	1	60	3	180
					1.700
Total Estimasi					2.771.000



Table 3. Peralatan Kebutuhan Daya Rumah Tangga

Dari jumlah total kurang lebih 1630 pelanggan dan jumlah total energi kebutuhan rumah tangga sebesar 1700 Wh. Maka didapatkan total destimasi daya (Wh) sebesar $1630 \times 1700 = 2.771.000 \text{ Wh} \approx 2.771 \text{ kWh}$, Sedangkan kebutuhan energi fasilitas sarana umum diestimasikan sebesar 600 Wh per unit. Adapun fasilitas tersebut adalah Balai Desa, PJU, Fasilitas Kesehatan, Fasilitas Pendidikan dan Tempat Ibadah. Jadi kebutuhan energi fasilitas umum desa batang Takabonerate sebesar 14.400 Wh/Hari. Perhitungan kebutuhan daya fasilitas umum Desa Batang dapat dilihat pada Tabel 4.

No	Jenis Fasum	Jumlah	Energi (Wh)	Total (Wh)
1	Balai Desa	1	1.200	1.200
2	Penerangan Jalan Umum	1	1.200	1.200
3	Fasilitas Pendidikan	3	1.000	3.000
4	Fasilitas Kesehatan	1	1.200	1.200
5	Tempat Ibadah	2	1.200	2.400
6	Fasilitas Umum	9	600	5.400
Total Load Profile Fasum				14.400

Table 4. Kebutuhan Daya Fasilitas

B. Perhitungan Kebutuhan Listrik 10 Tahun Kedepan

presentase kenaikan penduduk Takabonerate tiap tahun dapat di lihat pada lima tahun kebelakang untuk mengetahui berapa persentase kenaikan jumlah penduduk dan jumlah pelanggan PLTS 10 tahun kedepan seperti pada Tabel.

Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih Jumlah Penduduk	Kenaikan
2015 – 2016	13.293 – 13.469	176	1,4 %
2016 - 2017	13.469 – 13.643	174	1,3 %
2017 - 2018	13.643 – 13.804	161	1,2 %
2018 - 2019	13.804 – 13.960	156	1,1 %
Total			5 %

Table 5. Jumlah Penduduk 5 Tahun Kebelakang

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel diketahui:

1. Perhitungan Jumlah Penduduk 5 Tahun Kebelakang

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2015 – 2016} &= \frac{13.469 - 13.293}{13.293} 100 \% \\ &= 176 (1,4 \%) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2016 – 2017} &= \frac{13.643 - 13.469}{13.469} 100 \% \\ &= 174 (1,3 \%) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Tahun 2017} - \text{2018} &= \frac{13.804 - 13.643}{13.643} 100 \% \\ &= 161 (1,2 \%) \\ \text{Tahun 2018} - \text{2019} &= \frac{13.960 - 13.804}{13.804} 100 \% \\ &= 156 (1,1 \%) \end{aligned}$$

2. Total Keseluruhan Persentase Kenaikan

$$\begin{aligned}\text{Persentase Kenaikan} &= \frac{2015-2016 + 2016-2017 + 2017-2018 + 2018-2019}{4 \%} \\ &= \frac{1,4 \% + 1,3 \% + 1,2 \% + 1,1 \%}{4 \%} \\ &= \frac{5 \%}{4 \%} \\ &= 1,25 \%\end{aligned}$$

Tahun	Jumlah Penduduk	Persentase Kenaikan Penduduk
2022	13.623	1,25 %
2023	13.793	1,25 %
2024	13.965	1,25 %
2025	14.139	1,25 %
2026	14.315	1,25 %
2027	14.493	1,25 %
2028	14.674	1,25 %
2029	14.857	1,25 %
2030	15.042	1,25 %
2031	15.230	1,25 %
2032	15.420	1,25 %

Table 6. Jumlah Penduduk 10 Tahun Kedepan

Tahun	Jumlah Pelanggan PLTS	Persentase Kenaikan Penduduk	Daya kWh/Hari
2023	1630	1,25 %	3
2024	1650	1,25 %	3
2025	1670	1,25 %	3
2026	1690	1,25 %	3
2027	1711	1,25 %	3
2028	1732	1,25 %	3
2029	1753	1,25 %	3
2030	1774	1,25 %	3
2031	1796	1,25 %	4
2032	1818	1,25 %	4

Table 7. Jumlah Pelanggan PLTS 10 Tahun Kedepan



Jumlah pelanggan Rumah tangga, Bisnis, Pemerintah, industry dan Daya (Watt) nya pada Tabel 8 dibawah

Takabonerate 2023					
Tarif	Jumlah Pelanggan	Pemakaian Energi Dalam Setahun (W)	Daya (Watt)	Daya (W)	Keterangan
Rumah Tangga	1.518	1.639.855	900	590.348	Rata2 Daya Pelanggan 900 – 2200 VA
Bisnis	72	77.405	2200	68.117	
Pemerintah	38	40.844	1300	21.239	
Industri	2	2.296	2200	2.021	
Total	1630	1.760.400		681.724	

Table 8. Jumlah Pelanggan Daya Setahun Takabonerate

Berdasarkan Hasil Perhitungan Pada Tabel 8 sebagai berikut

1. Penentuan Pemakaian Energi Dalam Setahun, Daya Tarif (Watt) dan Daya (W)

Total Pemakaian Energi Rumah Tangga Dalam Setahun (W)

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Dalam Setahun} &= \text{Jumlah Pelanggan} \times 3 \text{ kWh} \times \text{Hari} \times \text{Bulan} \\
 &= 1518 \times 3 \times 30 \times 12 \\
 &= 1.639.855 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Total Pemakaian Energi Bisnis Dalam Setahun

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Dalam Setahun} &= \text{Jumlah Pelanggan} \times 3 \text{ kWh} \times \text{Hari} \times \text{Bulan} \\
 &= 72 \times 3 \times 30 \times 12 \\
 &= 77.405 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Total Pemakaian Energi Pemerintah Dalam Setahun

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Dalam Setahun} &= \text{Jumlah Pelanggan} \times 3 \text{ kWh} \times \text{Hari} \times \text{Bulan} \\
 &= 38 \times 3 \times 30 \times 12 \\
 &= 40.844 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Total Pemakaian Energi Industri Dalam Setahun

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Dalam Setahun} &= \text{Jumlah Pelanggan} \times 3 \text{ kWh} \times \text{Hari} \times \text{Bulan} \\
 &= 2 \times 3 \times 30 \times 12 \\
 &= 2.296 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Sehingga Total Keseluruhan Pemakaian Energi Dalam Setahun Sebanyak:

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Dalam Setahun} &= 1.639.855 + 77.405 + 40.844 + 2.296 \\
 &= 1.760.400 \text{ W}
 \end{aligned}$$

2. Penentuan Pemakaian Daya (W) Dalam Setahun

$$\text{Kebutuhan Daya (W)} = \text{Energi Setahun} \times \text{Daya} \times \text{Load Factor} \times \text{Cos Phie}$$



$$\begin{aligned}
 &= 1.639.855 \times 900 \times 0,5 \times 0,8 = 590.348 \text{ W} \\
 &= 77.405 \times 2200 \times 0,5 \times 0,8 = 68.117 \text{ W} \\
 &= 40.844 \times 1300 \times 0,5 \times 0,8 = 21.239 \text{ W} \\
 &= 2.296 \times 2200 \times 0,5 \times 0,8 = 2.021 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Sehingga Total Keseluruhan Pemakaian Daya (W) Dalam Setahun Sebanyak:
 Kebutuhan Daya (W) = $590.348 + 68.117 + 21.239 + 2.021$
 = 681.724 W

No	Forecasting Beban New Takabonerate			
	Daya (kWp)			
	Tahun	Daya Mampu PLTS (Kapasitas Kontrak)	Kebutuhan Sesuai Hari Otonomi (3 Hari)	Selisih
1	2023	1.013	1.862	- 849
2	2024	1.013	1.957	- 944
3	2025	1.013	2.057	- 1.044
4	2026	1.013	2.162	- 1.149
5	2027	1.013	2.272	- 1.259
6	2028	1.013	2.388	- 2.388
7	2029	1.013	2.510	- 2.510
8	2030	1.013	2.638	- 2.638
9	2031	1.013	2.772	- 2.772
10	2032	1.013	2.913	- 2.913

Table9. Daya (kWp) Forecasting dari Tahun ke Tahun

Berdasarkan Hasil Perhitungan Pada Tabel 9 sebagai berikut

1. Penentuan Perhitungan Forecasting Beban Daya (kWp)

Pertumbuhan Kenaikan daya = $2024 (1957) - 2023 (1862) / 1862 \times 100 \%$
 = $95 / 1862 \times 100 \%$ = 5,1 %

Nilai 0,051 di dapatkan dari asumsi kenaikan pertumbuhan yang sudah ada pada tahun 2023 sebesar 5,1 % (UIW P. P., 2021)

Penentuan Perhitungan Kebutuhan Daya kWp Setiap Tahunnya

Kebutuhan Daya kWp Tahun 2023 = Daya kWp x Asumsi Kenaikan
 = $1.862 \times 0,051 = 95$
 = $1.862 + 95 = 1.957 \text{ kWp}$

Kebutuhan Daya kWp Tahun 2024 = Daya kWp x Asumsi Kenaikan
 = $1,957 \times 0,051 = 100$
 = $1,957 + 100 = 2.057 \text{ kWp}$

Kebutuhan Daya kWp Tahun 2025 = Daya kWp x Asumsi Kenaikan
 = $2.057 \times 0,051 = 105$



$$\begin{aligned} &= 2.057 + 105 = 2.162 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2026} &= \text{Daya kWp} \times \text{Asumsi Kenaikan} \\ &= 2.162 \times 0,051 = 110 \\ &= 2.162 + 110 = 2.272 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2027} &= \text{Daya kWp} \times \text{Asumsi Kenaikan} \\ &= 2.272 \times 0,051 = 116 \\ &= 2.272 + 116 = 2.388 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2028} &= \text{Daya kWp} \times \text{Asumsi Kenaikan} \\ &= 2.388 \times 0,051 = 122 \\ &= 2.388 + 122 = 2.510 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2029} &= \text{Daya kWp} \times \text{Asumsi Kenaikan} \\ &= 2.510 \times 0,051 = 128 \\ &= 2.510 + 28 = 2.638 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2030} &= \text{Daya kWp} \times \text{Asumsi Kenaikan} \\ &= 2.638 \times 0,051 = 134 \\ &= 2.638 + 134 = 2.772 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2031} &= \text{Daya kWp} \times \text{Asumsi Kenaikan} \\ &= 2.772 \times 0,051 = 141 \\ &= 2.772 + 141 = 2.913 \text{ kWp} \\ \text{Kebutuhan Daya kWp Tahun 2032} &= 2.913 \text{ kWp} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Selisih Daya Mampu kWp Setiap Tahunnya

$$\begin{aligned} \text{Selisih Daya kWp Tahun 2023} &= \text{Daya Mampu} - \text{Kebutuhan Daya} \\ &= 1013 - 1862 = -849 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 1957 = -944 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2057 = -1044 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2162 = -1149 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2272 = -1259 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2388 = -1375 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2510 = -1497 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2638 = -1625 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2772 = -1759 \text{ kWp} \\ &= 1013 - 2913 = -1900 \text{ kWp} \end{aligned}$$

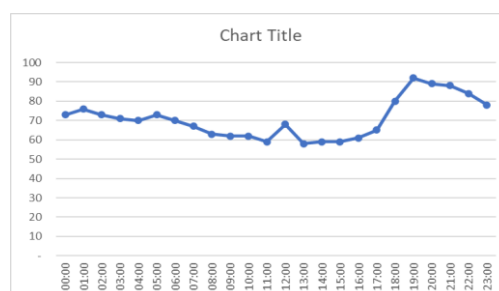
Berdasarkan data periode 2023 Kapasitas daya mampu kontrak Takabonerate sebesar 1.013 kWp, kebutuhan listrik di tahun 2023 sebesar 1.862 kWp dan pada tahun 2032 10 tahun yang akan datang kebutuhan listrik yang dibutuhkan sebesar 2.913 kWp

C. Kapasitas dan Parameter Dasar PLTS



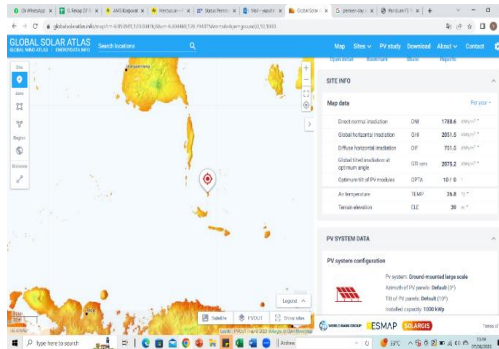
Langgam Beban Harian saat Beban Puncak Tertinggi dalam 1 Tahun (Mencantumkan Tanggal dan Bulan)	
Jam	Beban Harian (kW)
00:00	73
01:00	76
02:00	73
03:00	71
04:00	70
05:00	73
06:00	70
07:00	67
08:00	63
09:00	62
10:00	62
11:00	59
12:00	68
13:00	58
14:00	59
15:00	59
16:00	61
17:00	65
18:00	80
19:00	92
20:00	89
21:00	88
22:00	84
23:00	78
Total Produksi	1.700
Max	92
Realisasi Produksi Harian sesuai dengan kejadian langgam Beban Puncak Tertinggi (kWh)	1.700

Table 10. Langganan Beban Harian



Gbr 6. Pola Beban Sistem Takabonerate

Masih mengikuti pola beban sistem tomia karnh belum adanya pola beban sistem takabonerate dan pola beban sistem tomia tidak jauh beda dari pola beban Takabonerate.



Gbr 7. Global Solar Atlas PSH

Untuk mendapatkan kapasitas PV diperlukan PSH dari Lokasi Takabonerate seperti pada gambar 7 sehingga persamaannya dapat kita lihat pada Tabel 11 berikut:

Parameter	Nilai	Unit	Keterangan
GHI	2051,5	kWh/m ² /year	GHI adalah nilai konstanta yang di dapatkan dari global solar atlas setelah memasukkan titik kordinat lokasi PLTS
Jumlah Hari	365	Hari	Tahun
PSH	5,6	Hours	Peak Sun Hour adalah rasio perbandingan antara GHI di bagi kondisi STC di kali jumlah hari.

Table 11. Peak Sun Hour

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 11 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Peak Sun Hour (h)} &= \frac{\text{Global Horizontal Irradiance Setahun (kWh/m}^2\text{)}}{\text{Kondisi Sistem configuration x 365 hari}} \\ &= \frac{2051,5 \text{ (kWh/m}^2\text{)}}{\text{kondisi STC 1000 X 365 hari}} \\ &= 5,6 \text{ Hours} \end{aligned}$$



Dari tabel dan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa rasio perbandingan antara global horizontal irradiance dibagi kondisi System configuration dan jumlah hari maka di dapatkan peak sun hour-nya adalah 5,6 hours.

1. Perhitungan Kapasitas PV

Parameter	Nilai	Unit	Keterangan
Konsumsi energi yang di butuhkan (Energy Consumption/EC)	7767	kWh	Diambil dari produksi produksi dalam 1 tahun
Effisiensi Sistem	82%	%	Merupakan perkalian effisiensi sistem PV, inverter dan jaringan
- Effisiensi sistem PV	85%	%	Update referensi global solar atas
- Effisiensi inverter	97%	%	
- Effisiensi jaringan	99%	%	
PSH	5,6	Hours	
Kapasitas PV Inverter	1692	kWh	
Rasio DC/AC	1,1		Berdasarkan literatur yang terkaid dengan optimalisasi desain 1,1 karena lokasinya yang panas, dan juga 1,1 lebih optimis karena semakin tinggi rasionya semakin besar biaya yang di butuhkan
Kapasitas PV	1861	kWp	
Pembulatan Kapasitas PV	1870	kWp	

Table 12. Kapasitas PV

Berdasarkan Hasil Perhitungan Pada Tabel 12 sebagai berikut:

$$EC = \text{Energi dari PV ke Beban} + (\text{Supply dari baterai ke beban} \times \text{Reserve factor}) + \frac{\text{Energy konsumsi 24 jam}}{\eta_{\text{baterai}} \times \eta_{\text{invtbatt}}} \times \text{day}$$

$$\begin{aligned} EC &= 683 + (1017 \times 1,1) + \frac{1700}{0,9 \times 0,95} \times 3 \\ &= 683 + 1119 + (1988) \times 3 \end{aligned}$$



$$= 683 + 1119 + 5965$$

$$= 7767 \text{ kWh}$$

Jadi konsumsi energi yang dibutuhkan (Energy Consumption/EC) adalah 7767 kWh

$$\text{Effisiensi Sistem} = \text{Effisiensi sistem} \times \text{inverter} \times \text{jaringan}$$

$$= 85 \% \times 97 \% \times 99 \%$$

$$= 82 \%$$

Jadi efisiensi sistem adalah 82 %

$$\text{Kapasitas Inverter} = \frac{EC}{PSH \times \eta_{\text{system}}}$$

$$= \frac{7767 \text{ kWh}}{5,6 \text{ jam} \times 82 \%}$$

$$= \frac{7767 \text{ kWh}}{4592}$$

$$= 1692 \text{ kWh}$$

Jadi kapasitas inverter yang di dapatkan adalah 1692 kWh

$$\text{Kapasitas PV} = \text{Kapasitas Inverter PV} \times \text{rasio DC/AC}$$

$$= 1692 \times 1,1$$

$$= 1861 \text{ kWp}$$

Jadi kapasitas PV yang di dapatkan adalah 1861 kWp

2. Perhitungan Kapasitas Baterai

Parameter	Nilai	Unit	Keterangan
Energy konsumsi malam	1017	kWh	
η_{Batt} (Lithium ion)	90%	%	
DoD	80,00%	%	Nilai DoD adalah 80% namun mempunyai masa manfaat selama umur baterai(10 tahun), sehingga DoD rata2 harian adalah 80 % (365 hari x 10 tahun atau setara dengan nilai 99,99%
$\eta_{\text{Bidirectional Inverter}}$	95%	%	
Total Energi kWh	1.189	kWh	
Reserve factor (1.1-1.2)	1,1		
Day of autonomy	3	day	Day of autonomy bernilai 3 sesuai dengan kondisi daerah tersebut
Total Kapasitas Baterai	9.837,28	kWh	

Table 13. Kapasitas Baterai



Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 13 sebagai berikut:

Energi konsumsi malam = Beban Harian jam 24:00 - jam 06:00 + Beban Harian jam

$$18:00 - 24:00$$

$$= 506 + 511$$

$$= 1017 \text{ kWh}$$

Jadi energi konsumsi malamnya adalah 1017 kWh

Total Energi kWh = Energi konsumsi malam : η batt : η bid inverter

$$= 1017 : 90 \% : 95 \%$$

$$= 1189 \text{ kWh}$$

Jadi total energi kWh adalah 1189 kWh

Kapasitas Baterai = Reserve Factor $\times \left(\frac{\text{Energy Konsumsi malam}}{\text{DoD} (\%) } \right) +$

$$\text{Day of autonomy} \times \left(\frac{\text{energy konsumsi 24 jam}}{\text{DoD} (\%) \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{inverter}}} \right)$$

$$= 1,1 \times \left(\frac{1189}{80 \%} \right) + 3 \times 1700 : (90 \% \times 95 \% \times 80 \%)$$

$$= 1,1 \times \left(\frac{1189}{80 \%} \right) + 3 \times 1700 : 0,684$$

$$= 1,1 \times \left(\frac{1189}{80 \%} \right) + 5100 : 0,684$$

$$= 1,1 \times \left(\frac{1189}{80 \%} \right) + 7456,14$$

$$= 1,1 \times (1486,25 \times 7456,14)$$

$$= 1,1 \times 8.942,39$$

$$= 9.837,28 \text{ kWh}$$

Jadi kapasitas baterai yang di perlukan adalah 9.837,28 kWh

3. Perhitungan Kapasitas Inverter Baterai

Parameter	Nilai	Unit
Kapasitas Inverter baterai	233	kWh

Table 14. Kapasitas Inverter Baterai

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 14 sebagai berikut:

Kapasitas Inverter Baterai = $\frac{\text{energi konsumsi malam} \times \text{reserve factor}}{\text{PSH} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{inverter}}}$

$$= \frac{1017 \text{ kWh} \times 1,1}{5,6 \times 90 \% \times 95 \%}$$

$$= \frac{1119}{4788}$$

$$= 233 \text{ kWh}$$

Jadi kapasitas inverter baterai adalah 233 kWh

Berdasarkan perhitungan di atas maka sudah didapatkan nilai dari kapasitas kebutuhan Masyarakat sebesar 2.784,4 kWh/Hari $\approx$ 3 kWh/Harinya, nilai kapasitas kebutuhan listrik 10 tahun yang akan datang pada tahun 2032 sebesar 2.913 kWp, serta nilai dari kapasitas PV sebesar 1870 kWp, dan nilai dari kapasitas baterai sebesar 9.837,28 kWh, akan tetapi pasokan daya untuk 10 tahun kedepan perlu penambahan kapasitas daya mampu pada Takabonerate agar penambahan kapasitas setiap tahunnya jauh lebih handal.



V. PENUTUP

Kapasitas kebutuhan Masyarakat Takabonerate yang estimasi perumahan sebesar 1700 Wh, calon pelanggan sebesar 1630 dan jumlah energi fasilitas umum sebesar 14.400 Wh/Hari jadi total keseluruhan energi kebutuhan Masyarakat sebanyak 2.784,4 $\approx$ 3 kWh/Hari. Kapasitas jangka panjang hingga 10 tahun kedepan di PLTS Takabonerate sesuai kebutuhan 3 hari otonomi pada tahun 2032 sebesar 2.913 kWp. Berdasarkan perhitungan di atas maka sudah didapatkan nilai dari kapasitas kebutuhan Masyarakat sebesar 2.784,4 kWh/Hari $\approx$ 3 kWh/Harinya, nilai kapasitas kebutuhan listrik 10 tahun yang akan datang pada tahun 2032 sebesar 2,913 kWp, serta nilai dari kapasitas PV sebesar 1870 kWp, dan nilai dari kapasitas baterai sebesar 9.837,28 kWh, akan tetapi pasokan daya untuk 10 tahun kedepan perlu penambahan kapasitas daya mampu pada Takabonerate agar penambahan kapasitas setiap tahunnya jauh lebih handal dan Berdasarkan data periode 2023 Kapasitas daya mampu kontrak Takabonerate sebesar 1.013 kWp, kebutuhan listrik di tahun 2023 sebesar 1.862 kWp dan pada tahun 2032 10 tahun yang akan datang kebutuhan listrik yang dibutuhkan sebesar 2.913 kWp

DAFTAR PUSTAKA

- ChartGpt. (2022, juni Rabu). Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Retrieved from PLTS Populer (openai.com): <https://chat.openai.com/auth/login>
- Darno, Simanjuntak, Y., & Taufiqurrahman, M. (2019). Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Universitas Tanjungpura Pontianak .
- Fauziyah, N. N., Sasongko, N. A., & Thamrin, S. (2020). Analisis Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Kawasan Ekonomi Khusus Sei Mangkei. Ketahanan Energi .
- Hafid, A., Abidin, Z., Husein, S., & Umar, R. (2017). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo. Listrik Telekomunikasi Elektronik.
- Haryudo, S. I., Joko, & Widyartono, M. (2021). Rancangan Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 80 WP Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet Of Things. Universitas Negeri Surabaya.
- Jati, P. T. (2020). Konsep Prakiraan . Sumatra: PLN.
- Kencana, B., Prasetyo, B., Berchmans, H., & dkk. (2018). Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat. Jakarta: ICED.
- Lubna, Sudarti, & Yushardi. (2021). Potensi Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif. Penelitian dan Karya Ilmiah.
- Lumbangaol, P. H. (2017). Energi Terbarukan Untuk Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. Jurnal Fakultas Teknik.
- Maulid, A. J. (2022). Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Berbasis Energi Terbarukan (Angin dan Matahari) Pada Sistem Kelistrikan Isolated 20 KV Selayar. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



- Naim, M., & Wardoyo, S. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS On Grid 1500 Watt Dengan Back Up Battery DI Desa Timampu Kecamatan Towuti. Ilmiah Teknik Mesin.
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. Jurnal Edukasi Elektro.
- Ramadhana, R. R., M, M. I., Hafid, A., & Adriani. (2022). Analisis PLTS On Grid. Vertex Elektro.
- Statistik, B. P. (2023, November Sabtu). Jumlah Penduduk Kabupaten Kepulauan Selayar (jiwa).
- Study, F. R. (2022). PLTS Takabonerate 1013 kWp. Jakarta: PT Prima Layanan Nasional Enjiniring.
- Tanjung, A., & Arlenny. (2015). Analisis Kinerja Sistem Kelistrikan Fakultas Hukum Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. Jurnal Teknologi.
- Wibawa, U., & Darmawan, A. (2008). Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai Daya Listrik Beban Pertamanan. EECCIS.
- Austin H. Church; *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Penerbit: Erlangga, 2021
- Dewan, S. B dan A, Straughen, *Power Semiconductor Circuits*, 2020: New York, Jhon wiley & Sons
- Fritz Dietzel; *Turbin, Pompa dan Kompresor*, Penerbit: Erlangga, 2020.
- Fitzgerald, A.E., Charles Kingsley, Jr., dan Stephen D. Umans, *Mesin-mesin listrik*, terjemahan Djoko Achyanto, edisi keempat, 2020: Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Harten Van P, Setiawan E, Ir; *Instalasi Listrik Ants Kuat 3*, Penerbit: Bind Cipta.