LAPORAN AKHIR

MAGANG & STUDI INDEPENDEN BERSERTIFIKAT

Optimizing Renewable Energy Integration: A Comprehensive Analysis Using PVsyst, HOMER, and Solar Photovoltaic Assessment in PLTS Miangas

Di PT PLN NUSANTARA POWER

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan

Program MSIB MBKM

oleh :

Rizkal Dwi Prasetyo 20/457202/SV/17649

TEKNOLOGI REKAYASA INSTRUMENTASI DAN KONTROL

UNIVERSITAS GADJAH MADA

2023

Lembar Pengesahan

Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol

Optimizing Renewable Energy Integration: A Comprehensive Analysis Using PVsyst, HOMER, and Solar Photovoltaic Assessment in PLTS Miangas

Di PT PLN NUSANTARA POWER

oleh :

Rizkal Dwi Prasetyo / 20/457202/SV/17649

disetujui dan disahkan sebagai

Laporan Magang atau Studi Independen Bersertifikat Kampus Merdeka

Yogyakarta, 31 Desember 2023

Pembimbing Magang atau Studi Independen Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol Universitas Gadjah Mada

Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIKA.111198906201608201

Lembar Pengesahan

Optimizing Renewable Energy Integration: A Comprehensive Analysis Using PVsyst, HOMER, and Solar Photovoltaic Assessment in PLTS Miangas
PT PLN NUSANTARA POWER

oleh :

Rizkal Dwi Prasetyo / 20/457202/SV/17649

disetujui dan disahkan sebagai

Laporan Magang atau Studi Independen Bersertifikat Kampus Merdeka

Surabaya, 31 Desember 2023

Manajer Generation and Tech Development

Sigit Kusumawan Ardianto

NID. 8208112JA

Abstraksi

Dokumen ini mengupas perencanaan dan evaluasi kelayakan dari sistem pembangkit listrik yang terintegrasi, menggunakan alat perencanaan PVsyst, HOMER, dan hasil penilaian dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Awalnya, perencanaan dengan PVsyst dilaksanakan untuk menganalisis performa sistem pembangkit tenaga surya. Hasil perencanaan tersebut mencakup parameter seperti daya keluaran, efisiensi, dan estimasi produksi energi listrik yang didasarkan pada karakteristik lingkungan yang spesifik. Selanjutnya, perangkat perencanaan HOMER dimanfaatkan untuk merancang dan mengoptimalkan sistem energi terbarukan yang terdiri dari berbagai sumber daya, termasuk panel surya, mikrohidro, dan generator listrik. Analisis ini melibatkan penilaian biaya total, keberlanjutan, dan efisiensi sistem dalam periode waktu tertentu. Laporan ini juga mencakup hasil penilaian PLTS Miangas, yang merupakan proses pemeliharaan dan mengevaluasi data gangguan serta kinerja PLTS Miangas untuk nantinya dijadikan dasar perbaikan atau normalisasi. Penelitian ini memberikan wawasan terhadap potensi pengurangan emisi karbon dan dampak positif terhadap lingkungan lainnya dengan memanfaatkan sumber daya energi terbarukan. Secara keseluruhan, laporan ini memberikan pemahaman mendalam mengenai perencanaan sistem energi terbarukan menggunakan PVsyst dan HOMER, serta pemeliharaan PLTS. Temuan ini memiliki signifikansi penting dalam mendukung pengembangan dan implementasi solusi energi terbarukan yang berkelanjutan dan efisien.

Kata Kunci : Pvsyst, Homer, Cofiring, Energi Terbarukan, PLTS

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Allah SWT karena daalam kesempatan ini, dengan rasa hormat dan kegembiraan yang besar, kami telah menyajikan laporan magang yang merupakan hasil dari pengalaman magang kami di PT PLN Nusantara Power yang terlaksana dalam periode 16 Agustus 2023 – 31 Desember 2023 dalam program MSIB (Magang dan Studi Independen Bersetifikat) Kampus Merdeka. Laporan ini merupakan pertanggung jawaban atas apa yang kami pelajari, alami, dan capai selama periode magang kami di perusahaan PT PLN Nusantara Power. Selama melaksanakan magang hingga tersusunnya laporan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan, arahan dan motivasi dalam mendukung penyelesaian kegiatan magang dan laporan ini Adapun pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing kami dalam pelaksanaan MSIB yaitu:

1. Allah SWT. Yang dengan rahmat-Nya saya dapat melaksanakan magang dengan lancar
2. Dr. Ing. Ir.Agus Maryono , selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
3. Hidayat Nur Isnianto, ST.,M.Eng, selaku Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
4. Bp. Sigit Kusumawan Ardianto selaku mentor selama melaksanakan magang di EBT Specialist Research and Development PT PLN Nusantara Power
5. Bp Dwi Wahyu Pujiarto selaku Co Mentor selama melaksanakan magang di EBT Specialist Research and Development PT PLN Nusantara Power
6. Bp H. Syaiful, S.T, M.T, selaku mentor selama melaksanakan magang di EBT Specialist Research and Development PT PLN Nusantara Power
7. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah mencurahkan doa dan semangat yang tiada henti
8. Teman-teman magang yang melaksanakan kegiatan magang di PT PLN Nusantara Power
9. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang turut membantu dan memperlancar jalannya Magang ini.

Penulis menyadari menyadari bahwa laporan ini memiliki keterbatasan dan masih terdapat ruang untuk perbaikan di masa mendatang. Oleh karena itu, kami sangat menghargai saran, kritik, dan masukan dari pembaca untuk pengembangan laporan selanjutnya. Kami berharap buku laporan Magang ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pemahaman dan pengembangan ”*Optimizing Renewable Energy Integration: A Comprehensive Analysis Using PVsyst, HOMER, and Solar Photovoltaic Assessment in PLTS Miangas*”

Surabaya, 29 Desember 2023

Rizkal Dwi Prasetyo

Daftar Isi

Bab I Pendahuluan 10

I.1 Latar belakang 10

I.2 Lingkup 11

I.3 Tujuan 12

Bab II Organisasi atau Lingkungan Organisasi Mitra MSIB 1

II.1 Struktur Organisasi 1

II.2 Lingkup Pekerjaan 1

II.3 Deskripsi Pekerjaan 2

II.4 Jadwal Kerja 2

Bab III NEW RENEWABLE ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT INTERNSHIP 3

III.1 Metodologi Desain dan Implementasi Energi Terbarukan 3

III.2 Optimilisasi Perencanaan Energi Terbarukan : Integrasi PVSYST, HOMER dan PLTS Miangas 4

III.2.1 Rehalibitasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Miangas 4

III.2.1.1 Tools dan Equipment Pendukung Assesment 5

III.2.1.2 . PLTS Photovoltaic Eksisting 6

III.2.1.3 Modul Surya 7

III.2.1.4 Pondasi dan Module Support 7

III.2.1.5 String PV 9

III.2.1.6 Instalasi dan Proteksi String Box 9

III.2.1.7 Instalasi dan Proteksi Combiner Box 10

III.2.1.8 Inverter 12

III.2.1.9 MPPT Charger Controller/ Solar charger Controller 13

III.2.1.10 Baterai 13

III.2.1.11 Single Line Diagram (SLD) PLTS Miangas 14

III.2.2 Studi Kasus : Mengoptimalkan Performa Sistem Energi Surya Off- 16

III.2.3 Grid 150 kWp 16

III.2.3.1 Data Meteorologi Desa Long Berang 17

III.2.3.2 Data Pola Beban Masyarakat 17

Estimasi konsumsi energy listrik masyarakat Long berang mencapai 151.7 kWh/hari, apabila dibuatkan kurva beban harian seperti gambar berikut : 18
III.2.3.3 Perencanaan Kapasitas Baterai 19
III.2.3.4 Perencenaan Kapasitas Modul Surya 21
III.2.3.5 Perencenaan Kapasitas Inverter 23
III.2.4 Studi Kasus : Desain Optimal Sistem Pembangkit Listrik Terhubung Grid dengan Sumber Energi Hibrida PV dan Mikrohidro 26
III.2.4.1 Data Potensi Sumber Daya 27
III.2.4.2 Perencanaan Sistem PLTH 29
III.2.4.3 Prakiraan Beban 29
III.2.4.4 Komponen Utama Sistem PLTH 30
III.2.4.5 Biaya Komponen Sistem 32
III.3 HASIL OPTIMASI PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT ENERGI TERBARUKAN 33
III.3.1 Hasil Assesment PLTS Miangas 33
III.3.2 Hasil Analisis Simulasi Pvsyst Dalam Mengoptimalkan Performa Sistem Energi Surya Off-Grid 150 kWp 39
III.3.3 Hasil Analisis Desain Optimal 45
III.3.4 Sistem Pembangkit Listrik Terhubung Grid dengan Sumber Energi Hibrida PV dan Mikrohidro 45
Bab IV Penutup 1
IV.1 Kesimpulan 1
IV.2 Saran 2
IV.3 Referensi 1
Bab V Lampiran A. TOR 2
Bab VI Lampiran B. Log activity 6
Bab VII Lampiran C. <Dokumen Teknik> 26

Daftar Gambar

Gambar 1 Strukrut Organisasi PLN Nusantara Power 1
Gambar 2 Modul Surya Miangas 6
Gambar 3 Kondisi Module Support PLTS Miangas 1 8
Gambar 4 Kondisi Modelu Support PLTS Miangas 2 8
Gambar 5 Kondisi String Box PLTS Miangas 9
Gambar 6 Single Line Diagram String Box PLTS Miangas 10
Gambar 7 Kondisi Combiner Box PLTS Miangas 10
Gambar 8 Single Line Combiner Box PLTS Miangas 11
Gambar 9 Inverter PLTS Miangas 12
Gambar 10 Spesifikasi SCM PLTS Miangas 13
Gambar 11 Kondisi Baterai di PLTS Miangas 14
Gambar 12 Grafik Beban Masyarakat Selama 1 hari 19
Gambar 13 Grafik Radiasi Matahari di desa Merden 27
Gambar 14 Rata-rata debit air Bendungan Pejengkolan 28
Gambar 15 Tampilan desain PLTH pada HOMER 29
Gambar 16 Beban listrik Desa Merden dalam 1 hari 30
Gambar 17 Susunan PV 30
Gambar 18 Kondisi Permukaan PV PLTS Miangas 33
Gambar 19 Shading pada PV PLTS Miangas 34
Gambar 20 Soiling pada PV PLTS Miangas 35
Gambar 21 Kondisi Baut Penyangga Module PLTS Miangas 35
Gambar 22 Kondisi Kabel PLTS Miangas 36
Gambar 23 Baterai PLTS Sangihe 37
Gambar 24 Kondisi String Box 38
Gambar 25 Parameter sistem simulasi PLTS 39
Gambar 26 Grafik produksi energi listrik 41
Gambar 27 Grafik Performa Ratio PV 43
Gambar 28 Loss diagram dari sistem PlTS 44
Gambar 29 Hasil Optimasi desain skematik PLTH 45

Gambar 30 Grafik Hasil Simulasi Total Produksi Energi Selama 1 Tahun pada Sistem PLTH 46
Gambar 31 DMap energi yang dijual dan dibeli 47

Daftar Tabel

Tabel 1 Peralatan Asessement PLTS Miangas 5
Tabel 2 Speksifikasi Modul Surya PLTS Miangas 7
Tabel 3 identifikasi Assesment PV 9
Tabel 4 Speksifikasi Baterai PLTS Miangas 14
Tabel 5 Single Line Diagram PLTS Miangas 15
Tabel 6 Data Meteorologi Nasa -SSE(1983 – 2005) 17
Tabel 7 Estimasi Penggunaan Listrik Rumah Tangga [1] 17
Tabel 8 Data Estimasi Daya dan Energi pada Desa Long Berang [1] 18
Tabel 9 Speksifikasi Baterai 20
Tabel 10 Speksifikasi Modul Surya 21
Tabel 11 Speksifikasi Inverter 24
Tabel 12. Rata-rata radiasi matahari per bulan selama 1 tahun 27
Tabel 13 Rata-rata debit air bendungan penjengkolan 28
Tabel 14 Skenario Desain PV 31
Tabel 15 Skenario Desain Mikrohidro 31
Tabel 16 Skenatrio Desain Baterai 31
Tabel 17 Skenario Desain Konverter 32
Tabel 18 Parameter Biaya Komponen Sistem PLTH 32
Tabel 19 Hasil Pengukuran Grounding 37
Tabel 20 Hasil Produksi Energi 40
Tabel 21 Parameter Performa Normal Dari Hasil Simulasi 42
Tabel 22 Total Produksi Energi 46
Tabel 23 Nilai Ekonomi Penjualan Listrik kepada PLN 47
Tabel 24 Hasil Emisi Sistem PLTH 47
Tabel 25 Net Present Cost Sistem PLTH 48
Tabel 26 Annualized Cost Sistem PLTH 48
Tabel 27 Hasil Produksi PV dan Hydro Selma 1 tahun 49

Bab I Pendahuluan

.

I.1 Latar belakang

Berkembangnya Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam permintaan tenaga kerja dan kebutuhan keterampilan yang relevan. Hal ini mengubah secara mendasar lanskap ekonomi dan industri, memperkenalkan teknologi baru, dan mempengaruhi cara kerja di berbagai sektor. Kini, penting bagi para mahasiswa untuk bersiap menghadapi tantangan dan peluang di dunia kerja yang semakin terhubung secara digital. Mereka perlu memanfaatkan kesempatan pendidikan, pengembangan keterampilan, dan pengalaman praktis untuk mempersiapkan diri dengan baik dan mencapai kesuksesan profesional di era Revolusi Industri.

Sejalan dengan kemajuan ini, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah menerapkan kebijakan baru di bidang pendidikan tinggi melalui program "Merdeka Belajar - Kampus Merdeka" (MBKM) yang telah diadopsi oleh perguruan tinggi. Kebijakan ini memberikan kebebasan kepada mahasiswa untuk mengikuti kegiatan pembelajaran selama maksimal 3 semester di luar program studi dan kampus mereka, sesuai arahan dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Program MBKM memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat dalam kegiatan pembelajaran di luar program studi dan kampus mereka selama maksimal 3 semester. Ini termasuk peluang seperti pertukaran pelajar, magang, proyek penelitian, dan kegiatan lain yang relevan untuk pengembangan keterampilan dan pemahaman mahasiswa. Selain itu, mahasiswa yang mengikuti kegiatan di luar program studi mereka dapat mendapatkan pengakuan dan bobot SKS atas pembelajaran yang mereka lakukan. Transfer SKS ini memungkinkan mahasiswa untuk mengikuti perkembangan kurikulum dan menyelesaikan studi secara efisien. Perguruan tinggi memainkan peran kunci dalam mengembangkan kurikulum yang responsif terhadap kebutuhan pasar kerja yang terus berkembang. Kurikulum dirancang untuk memperluas cakupan pembelajaran, mengintegrasikan keterampilan lintas disiplin, dan memastikan relevansi dengan tuntutan industri.

PT PLN Nusantara Power, yang juga dikenal sebagai Nusantara Power, adalah salah satu mitra dalam program MSIB yang diselenggarakan oleh Kemendikbudristek. Perusahaan ini adalah anak perusahaan dari PT PLN (Persero), perusahaan listrik negara Indonesia. Didirikan pada tahun 2017, PT PLN Nusantara Power fokus pada pengembangan, pembangunan, dan operasi pembangkit listrik di Indonesia. Mereka terlibat dalam berbagai jenis teknologi pembangkit listrik, termasuk tenaga panas bumi, surya, dan gas, serta teknologi lainnya. Hal ini sejalan dengan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mempromosikan energi terbarukan dan bersih. Misi PT PLN Nusantara Power adalah memastikan ketersediaan pasokan listrik yang dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan industri di Indonesia, serta berkomitmen untuk meningkatkan porsi energi terbarukan dalam portofolio pembangkitannya, sejalan dengan komitmen global untuk mengurangi emisi karbon dan mengatasi perubahan iklim. Dalam kesempatan magang ini, diharapkan mahasiswa dapat memperoleh pemahaman tentang perencanaan dan pengoptimalan desain system energi surya termasuk pemilihan lokasi, orientasi dan kapasitas panel surya melakukan analisis untuk menentukan cara terbaik dalam menggabungkan sumber-sumber energi yang berbeda untuk menghemat biaya dan meningkatkan efesiensi energy dan memahami proses evaluasi hasil assessment PLTS Miangas

I.2 Lingkup

Ruang lingkup dari pelaksanaan magang bersertifikat di PT. PLN Nusantara Power ini adalah sebagai berikut

1. Mempelajari proses kerja di Departemen EBTS Specialist- NRE Research and Development di PT PLN Nusantara Power
2. Menggali pengetahuan dan pemahaman terkait co-firing berfokus pada penggunaan bahan bakar biomassa bersama dengan bahan bakar fosil dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi di PT PLN Nusantara Power
3. Menganalisis kasus perencanaan desain pusat tenaga surya off-grid menggunakan perangkat lunak PVSYST

4. Melakukan studi kasus perencanaan pembangkit listrik tenaga hibrida menggunakan perangkat lunak HOMER
5. Menggali pengetahuan dan pemahaman terkait pengumpulan data performance PLTS untuk selanjutnya dilakukan perbaikan

I.3 Tujuan

Manfaat dari pelaksanaan kegiatan magang merdeka kampus merdeka adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk kampus

Berikut adalah manfaat yang diperoleh pihak kampus Universitas Gadjah Mada:

a. Magang sebagai kegiatan belajar komprehensif yang berbentuk pengamatan terhadap praktik kerja di industri atau instansi diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengalaman bagi mahasiswa terhadap dunia kerja yang sesungguhnya, terutama pada lingkungan PT. PLN Nusantara Power
b. Magang digunakan sebagai media komunikasi yang memungkinkan dilaksanakannya pertukaran informasi antara mahasiswa dan lembaga perguruan tinggi serta kalangan industri.

2. Manfaat untuk Mitra Magang

Berikut adalah manfaat yang diperoleh pihak Mitra Magang:

a. Mitra magang dapat memanfaatkan sumber daya manusia terdidik dalam proses kegiatan magang MBKM.
b. Mitra magang memiliki kesempatan untuk menemukan individu berbakat dan memiliki reputasi yang baik, yang dapat mengurangi biaya rekrutmen dan pelatihan awal.
c. Membantu mengimplementasikan ilmu yang didapat dibangku kuliah, untuk nantinya mengatasi troubleshooting dan menganalisis kesalahan yang mungkin terjadi.

3. Manfaat untuk Mahasiswa

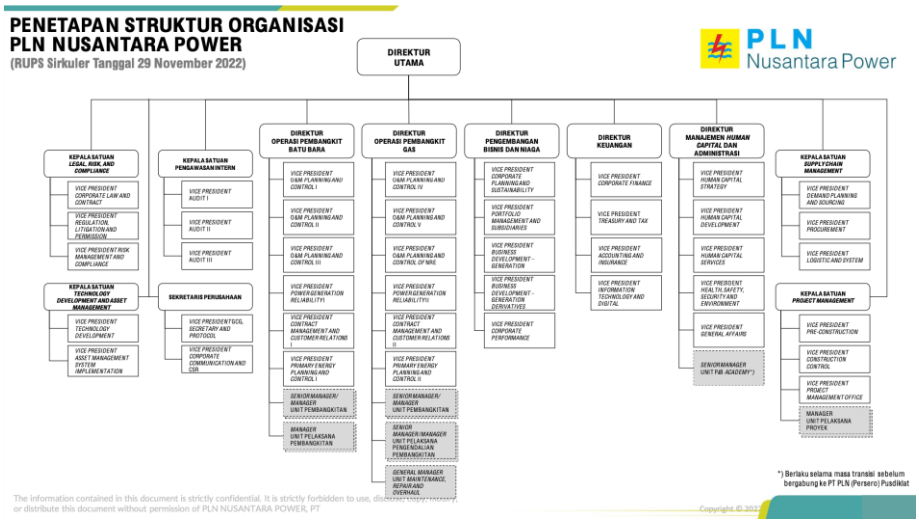
Berikut adalah manfaat yang diperoleh Mahasiswa:

a. Mengetahui kondisi nyata suatu lembaga baik dari segi manajemen yang diterapkan kondisi fisik, teknologi yang digunakan, kinerja para karyawan serta proses produksi di industri. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami sistem kerja lembaga dan turut serta dalam proses
b. Memperoleh pengalaman untuk meningkatkan keterampilan teknik yang relevan dengan program studi yang ditekuni
c. Mengetahui dan dapat mengikuti perkembangan ilmu dan teknologi sesuai dengan tuntunan perkembangan industri.
d. Dapat membina hubungan baik dengan industri sehingga memungkinkan untuk dapat bekerja di industri tempat pelaksanaan magang tersebut.
e. Mahasiswa mendapat pengalaman dan kompetensi sesuai bidang keilmuan serta implementasinya pada dunia kerja secara riil.

Bab II Organisasi atau Lingkungan Organisasi Mitra MSIB

II.1 Struktur Organisasi

Sebagai salah satu bentuk penyelarasan dengan pengembangan bisnis perusahaan serta dalam rangka mendukung proses dan dinamika bisnis perusahaan, maka pada tahun 2022 telah dilakukan penyesuaian terhadap struktur organisasi perusahaan. Penetapan struktur organisasi PT PLN Nusantara Power pada RUPS Sirkuler tanggal 29 Oktober 2022.



Gambar 1 Strukrut Organisasi PLN Nusantara Power

II.2 Lingkup Pekerjaan

Adapun lingkup pekerjaan yang dilaksanakan selama program magang meliputi;

1. Mempelajari dan terlibat dalam proses pengolahan data hasil pengujian biomassa jenis tebu sebagai energi pembangkit
2. Menganalisis kasus perencanaan desain pusat tenaga surya off-grid dengan beban 150 kWp menggunakan perangkat lunak pvsyst
3. Menganalisis kasus perencanaan pembangkit listrik tenaga hybride (PV dan mikrohidro) yang terhubung ke grid dengan beban 450kWp menggunakan perangkat lunak homer
4. Mempelajari proses assessment dan pengambilan data performance PLTS

II.3 Deskripsi Pekerjaan

Pekerjaan di bagian riset dan pengembangan melibatkan penerapan metode pembelajaran mandiri dan diskusi kelompok. Fokus utama pembelajaran terbagi menjadi dua area penting. Pertama, mencakup materi umum yang melibatkan pemahaman mengenai probis dan struktur organisasi PT PLN Nusantara Power, serta aspek dasar terkait Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Keselamatan Ketenagalistrikan (K2). Selain itu, dalam konteks materi khusus, pembelajaran ditekankan pada perencanaan dan optimalisasi desain sistem energi surya, termasuk pemilihan lokasi, orientasi, dan kapasitas panel surya. Selama proses ini, ditekankan pula analisis untuk menentukan pendekatan terbaik dalam menggabungkan berbagai sumber energi guna mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi energi. Lebih lanjut, perhatian khusus diberikan pada pemahaman mendalam mengenai assessment dan pengambilan data performance PLTS sebagai sumber pembangkit. Proses pembelajaran melibatkan kerja sama antara metode pembelajaran mandiri dan diskusi kelompok untuk memastikan pemahaman yang komprehensif dan implementasi yang efektif di dalam departemen penelitian dan pengembangan.

II.4 Jadwal Kerja

Pelaksanaan magang di PT PLN Nusantara Power, pada program MSIB dilaksanakan pada :

Periode : 16 Agustus 2023 – 31 Desember 2023

Metode : Luring

Waktu : Senin – Jumat (07.30 – 16.00)

Bab III NEW RENEWABLE ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT INTERNSHIP

III.1 Metodologi Desain dan Implementasi Energi Terbarukan

Langkah-langkah dan pendekatan yang diterapkan dalam perancangan dan pelaksanaan sistem energi terbarukan memiliki tujuan utama untuk memperoleh pemahaman yang mendalam dan mencapai efisiensi serta keberlanjutan dalam penerapan sumber daya energi terbarukan. Proses perancangan dimulai dengan penilaian potensi sumber daya terbarukan yang ada, seperti energi matahari, potensi air di desa, energi angin, biomassa, atau sumber daya lainnya yang relevan. Metodologi ini mencakup analisis mendalam terkait desain sistem fotovoltaik, menggunakan perangkat lunak untuk memodelkan performa panel surya dan array dengan akurat. Pemodelan tersebut melibatkan faktor-faktor kritis seperti kehilangan koleksi, orientasi panel surya, dan efisiensi konversi. Di sisi lain, dengan memanfaatkan perangkat lunak HOMER, fokusnya adalah pada perancangan sistem energi hibrida yang mengintegrasikan sumber daya terbarukan dengan sumber daya lain, seperti generator bahan bakar atau jaringan listrik umum. Metodologi ini mempertimbangkan biaya operasional dan modal, sekaligus berupaya meminimalkan emisi karbon. Penggabungan kedua perangkat lunak ini memberikan pendekatan holistik dalam perencanaan dan implementasi solusi energi terbarukan, memberikan kemampuan kepada pengguna untuk membuat keputusan yang informatif dan tepat waktu demi mencapai keseimbangan optimal antara efisiensi, keberlanjutan, dan kelayakan ekonomi.

III.2 Optimilisasi Perencanaan Energi Terbarukan : Integrasi PVSYST, HOMER dan PLTS Miangas

III.2.1 Rehalibitasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Miangas

Teknologi fotovoltaik memegang peranan vital dalam transformasi menuju masa depan energi yang lebih berkelanjutan dan rendah karbon, memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik bersih. Seiring dengan komitmen pemerintah Indonesia dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, diatur oleh Peraturan No. 16 Tahun 2016 untuk melaksanakan Perjanjian Paris, terdapat target ambisius. Pemerintah menetapkan bauran energi terbarukan minimal 23% dari konsumsi energi pada 2025, yang kemudian akan ditingkatkan menjadi 30% pada 2050. Saat ini, kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan yang sudah terpasang mencapai sekitar 8,805 MW, setara dengan sekitar 15% dari total kapasitas pembangkit yang ada.

Banyak negara telah memberlakukan insentif seperti tarif pengisian daya, pengukuran bersih, kredit pajak, dan tindakan-tindakan stimulus lainnya guna merangsang pemasangan panel surya dan mempromosikan penggunaan sumber daya energi terbarukan. Oleh karena itu, PT PLN Nusantara Power bertanggung jawab mengelola sejumlah sistem pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik (PLTS PV) yang telah terpasang, termasuk PLTS Pulau Miangas dengan kapasitas 85 kWp beserta sistem penyimpanan energi baterai sebesar 384 kWh. PLTS ini telah beroperasi sejak tahun 2012. Pada saat ini, PLTS Miangas menghadapi kendala serius akibat kurangnya pemeliharaan rutin dan berbagai gangguan pada peralatan, baik di sektor kelistrikan maupun sipil..

III.2.1.1 Tools dan Equipment Pendukung Assesment

Perlengkapan dan peralatan pendukung assessment diperlukan untuk memperoleh data dan memfasilitasi proses assessment terhadap peralatan eksisting. Alat dan perlengkapan yang diperlukan untuk PLTS Miangas termasuk:

Tabel 1 Peralatan Asessement PLTS Miangas

No	Nama Peralatan	Jumlah	Satuan	Fungsi
1	Kamera/ Handphone	2	Buah	Mendapatkan overview visual site PLTS
2	Avo meter	1	Set	Mendapatkan nilai arus,tegangan, tahanan para peralatan listrik
3	Clamp Meter	1	Set	Mendapatkan nilai arus pada peralatan listrik
4	Senter	1	Buah	Sebagai penerangan tambah
5	Tool Set Mekanikal	1	Set	Sebagai alat bantu bongkar pasang peralatan
6	Tool Eletrikal	1	Set	Sebagai alat bantu penerangan, dan supporting eletrikal
7	Insulation Meter	1	Set	Sebagai alat untuk mengetahui nilai tahanan isolasi peralatan
8	Digital Earth Tester	1	Set	Sebagai alat ukur nilai pentanahan disuatu lokasi
9	I-V Test Seaward	1	Set	Sebagai alat untuk mengukur nilai tegangan dan arus pada suatu panel surya ataupun string PV
10	Hydrometer	1	Set	Sebagai alat mengukur kandungan air pada battery
11	Hand Thermography	1	Set	Medapatkan visual thermography pada peralatan

III.2.1.2 . PLTS Photovoltaic Eksisting

PLTS PV di Pulau Miangas adalah inisiatif dari PT PLN yang dirancang untuk meningkatkan kontribusi energi terbarukan, meningkatkan tingkat elektrifikasi, dan mengurangi emisi gas rumah kaca atau karbon. Secara umum, proyek PLTS Miangas dengan kapasitas 85 kWp memiliki gambaran sebagai berikut:

Tabel 2 Projek Overview PLTS Miangas

Install Capacity	:	85 kWp
PV Technology	:	Multi - SI
Kapasitas PV	:	220 Wp
Jumlah Modul Surya	:	390 pcs
Jumlah String PV	:	35
Jumlah PV Modul/String	:	12
Jumlah String Box	:	6
Off Grid Inverter Technology	:	Dual Mode-Hybrid Inverter APOLLO MTP-617F (75KW/75KVA 240Vdc)
Battery Technology	:	VRLA (Lead Acid), Shoto 12 OPzS 1200 DIN40736
Jumlah Battery	:	240
Jenis SCC/ MPPT Charge Controller Technology	:	SOLARCON SCM-240105/RM
Location	:	Pulau miangas, kec. Khusus miangas, Kab.Talaud, Sulawesi Utara
Operation Date	:	2011

Gambar 2 Modul Surya Miangas

III.2.1.3 Modul Surya

PLTS Miangas menggunakan modul surya generasi awal, jenis multi-Si atau Poly C-Si. Daya nominal PV module yang tercantum pada nameplate atau lembar data diukur di pabrik pada kondisi standar, dikenal sebagai Standard Test Conditions (STC), yang mencakup irradiance sebesar 1000 w/m2 dan suhu sel PV ±36oC. Di Indonesia, kondisi aktual irradiance bervariasi, mencapai puncaknya sekitar 1000 w/m2 atau bahkan lebih tinggi di daerah dengan iklim panas. Berikut adalah gambar dan spesifikasi PV module di PLTS Miangas yang terdapat pada nameplate.

Tabel 2 Speksifikasi Modul Surya PLTS Miangas

Speksifikasi Modul Surya PLTS Miangas		
Merk	:	SUNTECH
Company Name	:	Suntech Power
Teknologi	:	multi-SI
Electrical Data		
Model Type	:	STP220-20/Wd
Peak Power (Pmax)	:	220W
Output Tolerance	:	0/+5W
Open Circuit Voltage (Voc)	:	36.6V
Short Circuit Current (Isc)	:	8.05A
Peak Voltage (Vmp)	:	29.5V
Peak Current (Imp)	:	7.46A
Mechanical Data		
Dimension	:	1665MMX991MMX50MM

III.2.1.4 Pondasi dan Module Support

Dukungan modul pada PLTS Miangas menggunakan bahan galvanis steel dengan jenis Steel siku L untuk menopang modul surya dan tiang penyangga berbahan tabular steel. Modul support ini dipasang dengan tipe double pole untuk

memberikan penguatan tambahan pada struktur panel surya dan mencegah terjadinya deformasi.

Gambar 3 Kondisi Module Support PLTS Miangas 1

Fondasi di PLTS Miangas, dari segi struktur konstruksinya, terdiri dari beton yang merupakan kombinasi dari agregat kasar seperti batu dan agregat halus seperti pasir, dengan pengikat menggunakan semen dan air

Gambar 4 Kondisi Modelu Support PLTS Miangas 2

III.2.1.5 String PV

PLTS Miangas memiliki 12 PV module per String Box, dengan total 35 String Box yang teridentifikasi dalam assessment. Terdapat 6 Combiner Box. Dari data ini, dapat dihitung bahwa kapasitas nominal PLTS Miangas adalah 85 kWp, dengan total 390 PV module dan kapasitas 220 Wp per PV module..

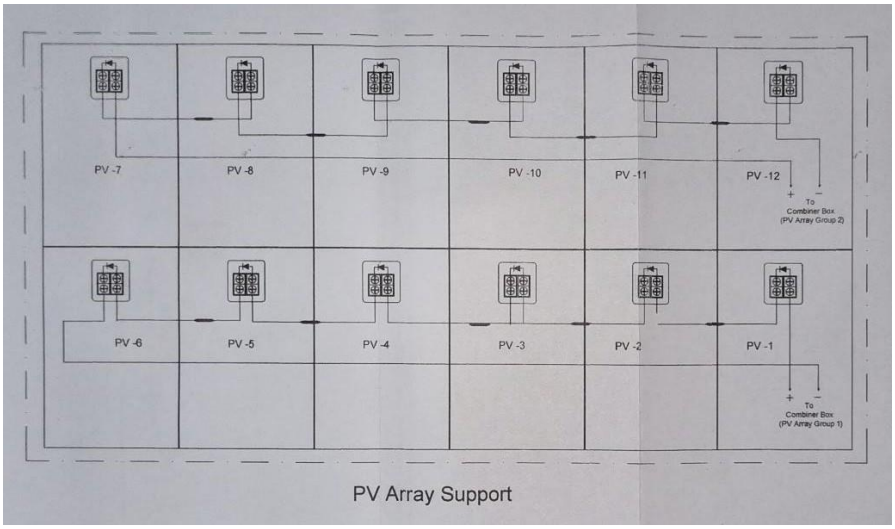
Tabel 3 identifikasi Assesment PV

Jumlah String Box	35
Jumlah Combiner Box	6
Jumlah PV Module	390
Total Kapasitas (kWp)	85

III.2.1.6 Instalasi dan Proteksi String Box

Gambar 5 Kondisi String Box PLTS Miangas

Ditemukan sebanyak 35 string box, dengan setiap string box memiliki 2 input string PV yang terhubung pada Rel DC. Foto yang ditampilkan adalah salah satu string box, yaitu combiner box nomor 31. Sementara itu, berikut adalah diagram garis tunggal (single line diagram) untuk string box nomor 1 hingga nomor 35.

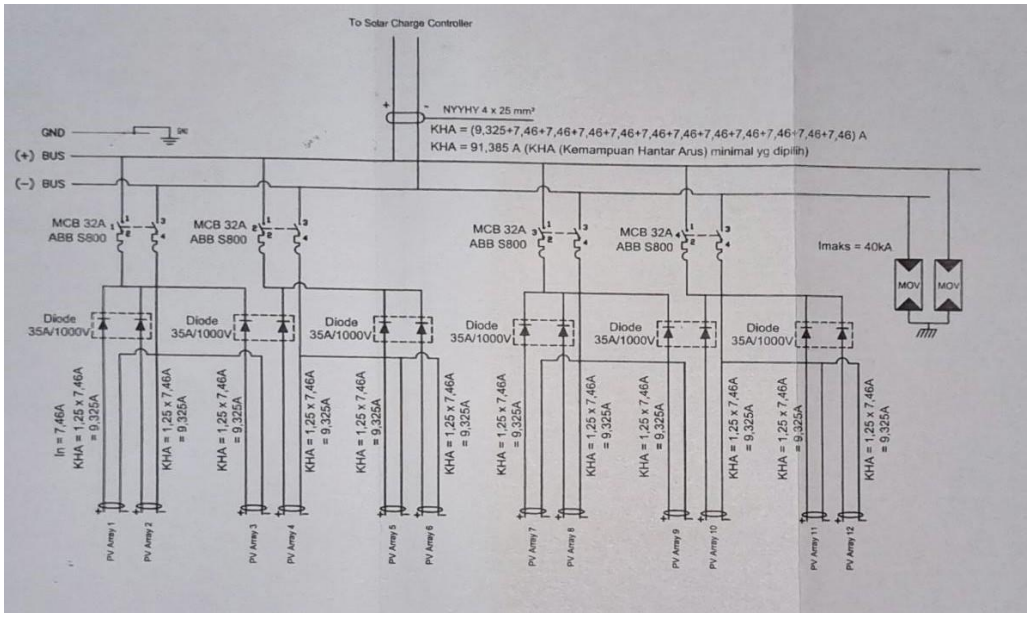


Gambar 6 Single Line Diagram String Box PLTS Miangas

III.2.1.7 Instalasi dan Proteksi Combiner Box

Tiap Combiner Box dilengkapi dengan 5-7 input String Box, dan setiap combiner disusun secara paralel membentuk 2 kelompok. Kelompok combiner 1-3 terkoneksi dengan SCM (Sistem Control Management) 1, sementara kelompok Combiner 4-6 terhubung ke SCM 2. Foto yang terlihat adalah salah satu Combiner Box, yaitu nomor 1, sementara single line diagram untuk String Box nomor 1-6 dapat ditemukan di bawah ini.

Gambar 7 Kondisi Combiner Box PLTS Miangas



Gambar 8 Single Line Combiner Box PLTS Miangas

Daftar peralatan proteksi dan instalasi pada combiner box yang ada di PLTS Miangasberikut adalah proteksi yang ada pada combiner box :

No	Nama Peralatan	Fungsi
Proteksi	Dioda Bridge (Siemens KBPC-3510+)	Melindungi String Box dan Instalasi dari Arus lebih dan Arus hubungan singkat
	MCCB DC (ABB S802PV S32 800Vdc)	Memutus / Mengisolasi sambungan Array PV
	EarthGrounding(Flashtrab FLT 60 kA- 400vac) SN : 2748603	Sebagai terminal earthing/grounding untuk SPD, ikatan ekuipotensial bagian konduktif terbuka dan untuk terminasi pengukuran tahanan grounding
	AC Surge Protectector (LS 211C, SDL 3 20kA, 180-280 Vac)	Melindungi peralatan dari surja teganganakibat sambaran petir
Instalasi	Jarak Antar Busbar	Memastikan jarak aman antar busbar bertegangan
	Box/panel outdoor	Sebagai tempat pemasangan peralatan proteksi dan melindunginya dari cuaca, kelembaban , debu, hewan dsb

	Cable entry system	Melindungi internal box/panel dari cuaca,kelembaban, kotoran, debu, cairan dan hewan yang masuk melalui jalur keluar-masuk kabel
	Kabel PV	Berfungsi menghubungkan PV sampai ke inputcontroller/inverter

III.2.1.8 Inverter

Solar Inverter yang ada di PLTS Miangas mempunyai kapasitas satu SCC 20,6 kWp dan terdapat 6 buah SCC dengan merk Leonics. Adapun spesifikasinya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

SCM-24035	SCM-24070	SCM-240105	SCM-240140
SCM-24035/RM	SCM-24070/RM	SCM-240105/RM	SCM-240140/RM
170 - 220 Vdc			
96 - 220 Vdc			
< 276 Vdc			
35 A	70 A	105 A	140 A
6.88 kWp	13.7 kWp	20.6 kWp	27.5 kWp

Gambar 9 Inverter PLTS Miangas

III.2.1.9 MPPT Charger Controller/ Solar charger Controller

Dalam PLTS Miangas, digunakan pengontrol pengisian surya bermodel MPPT CHG.SCM.240105 RM. Terdapat 6 unit pengontrol pengisian surya MPPT, masing-masing dengan kapasitas 20,6 kWp. Konfigurasi pemanfaatan MPPT jenis ini dapat dilihat dalam gambar di bawah ini, sementara spesifikasi rinci tertera dalam tabel di bawah ini

.

SCM-24035	SCM-24070	SCM-240105	SCM-240140
SCM-24035/RM	SCM-24070/RM	SCM-240105/RM	SCM-240140/RM
170 - 220 Vdc			
96 - 220 Vdc			
< 276 Vdc			
35 A	70 A	105 A	140 A
6.88 kWp	13.7 kWp	20.6 kWp	27.5 kWp
240 Vdc			
260.0 - 300.0 Vdc			
240.0 - 280.0 Vdc			
200.0 - 240.0 Vdc			
198.0 - 238.0 Vdc			
230.0 - 270.0 Vdc			

Gambar 10 Spesifikasi SCM PLTS Miangas

III.2.1.10 Baterai

Battery yang diterapkan dalam PLTS Miangas adalah tipe OPzS, yang memiliki desain plate tubular. Battery jenis plate tubular ini memiliki kapasitas penyimpanan listrik lebih tinggi sekitar 20% jika dibandingkan dengan plate flat, dan masa pakai yang lebih lama sekitar 30%. Battery OPzS memerlukan perawatan rutin untuk menjaga tingkat cairan elektrolit serta harus ditangani dengan hati-hati untuk menghindari risiko tumpahan cairan elektrolit dan potensi ledakan gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis.

Gambar 11 Kondisi Baterai di PLTS Miangas

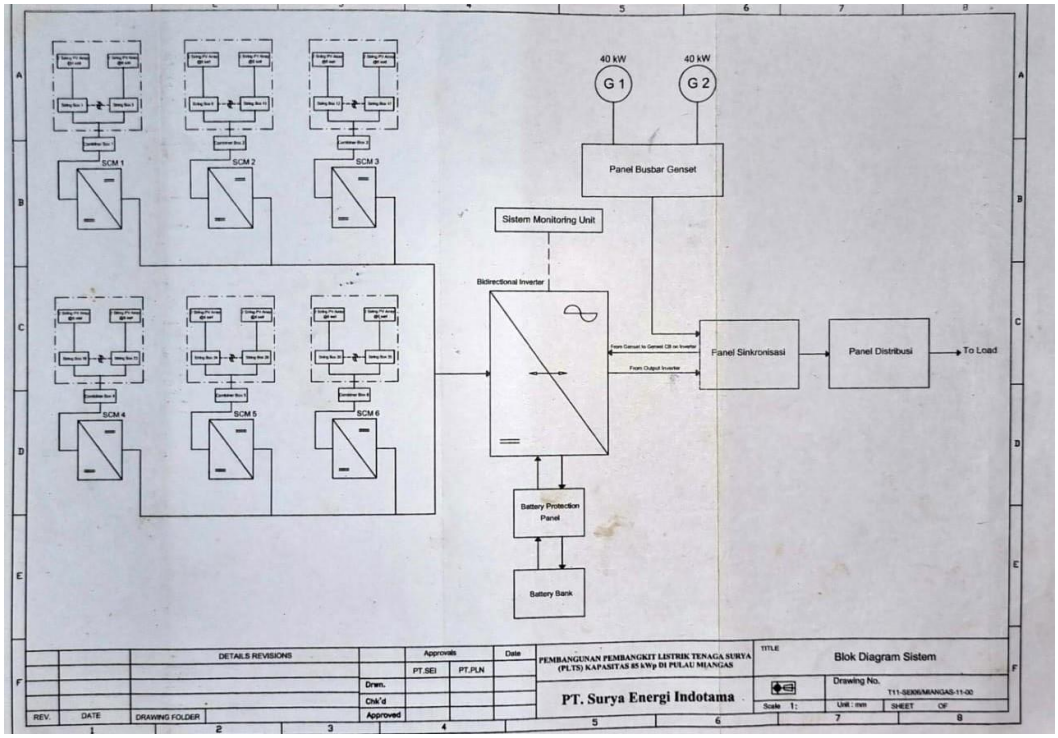
Tabel 8 berikut ini menunjukkan spesifikasi baterai di PLTS Miangas berdasarkannameplate.

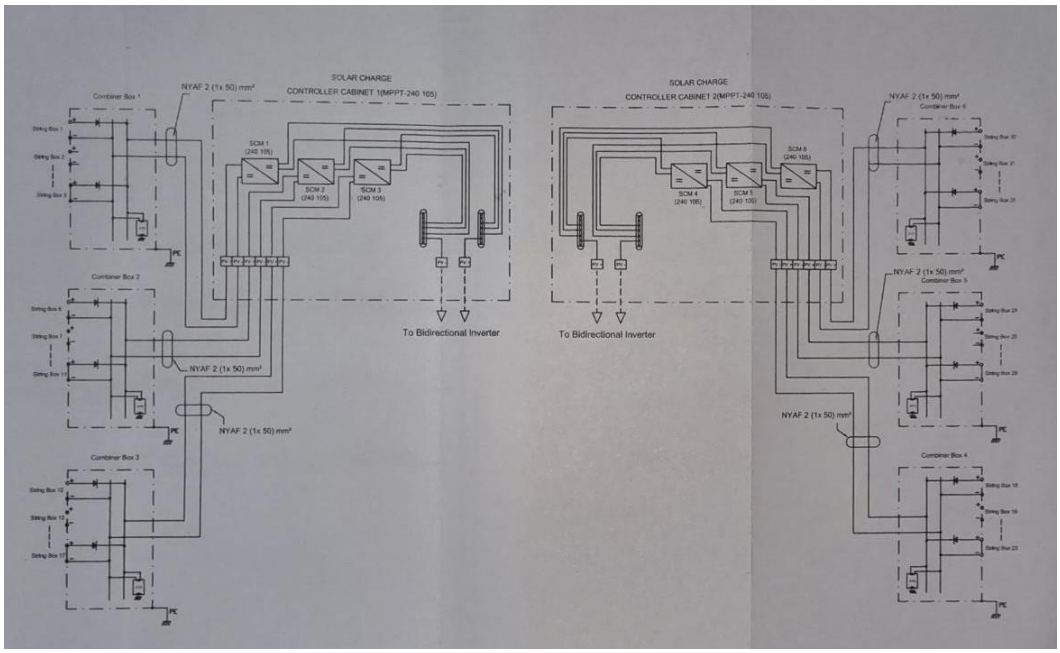
Tabel 4 Speksifikasi Baterai PLTS Miangas

Jenis Battery	VRLA Shotto
Type	GFX-1200, 12 OPzS 1200 DIN40736
Kapasitas	2 V 1200 Ah @10 hr to 1,80v
Jumlah Battery	240 bh

III.2.1.11 Single Line Diagram (SLD) PLTS Miangas

Dalam ilustrasi Single Line Diagram (SLD) di atas, terlihat beberapa area yang menunjukkan penempatan peralatan, tujuannya adalah untuk mempermudah pelacakan peralatan dan identifikasi gangguan. Secara umum, sistem PLTS Miangas adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik tipe off-grid DC coupling. Ciri khas dari sistem ini adalah pemanfaatan solar charge controller / MPPT dan inverter off-grid.





Tabel 5 Single Line Diagram PLTS Miangas

III.2.2 Studi Kasus : Mengoptimalkan Performa Sistem Energi Surya Off-Grid 150 kWp

Menurut data yang diperoleh dari Dewan Energi Nasional, Indonesia memiliki potensi energi matahari yang mencapai rata-rata 4.8 kWh/m2/hari, setara dengan 112.000 GWp. Sayangnya, hingga saat ini, kapasitas yang berhasil diimplementasikan dari instalasi baru hanya sekitar ±30 megawatt (MW) [1], yang masih jauh di bawah satu persen dari total potensi energi surya di seluruh Indonesia.

Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat bahwa pada akhir tahun 2015, baru sekitar 73,48% wilayah Kalimantan Utara yang telah mendapatkan akses listrik. Informasi dari EBKE-ESDM menunjukkan bahwa pulau Kalimantan memiliki potensi matahari yang sangat besar, dengan intensitas radiasi matahari berkisar antara 4.48 hingga 5.13 kWh/m2/hari (NASA, 2017). Dalam konteks ini, Desa Long Berang, yang terletak di Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara, dan berada di daerah perbukitan, belum tersentuh oleh jaringan listrik PLN karena kendala akses transportasi yang rumit [1].

Menghadapi tantangan tersebut, langkah strategis yang diambil adalah merencanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Long Berang. Proses perencanaan ini didasarkan pada studi mendalam untuk merancang pembangkit listrik tenaga surya yang dapat menyuplai daya, sambil mempertimbangkan karakteristik beban masyarakat setempat. Dengan harapan bahwa tindakan ini dapat secara substansial mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dihasilkan efek positif dalam menekan biaya listrik yang harus ditanggung oleh penduduk setempat.

III.2.2.1 Data Meteorologi Desa Long Berang

Tabel 6 Data Meteorologi Nasa -SSE(1983 – 2005)

Lokasi	Bulan	Global Horizontal irradiation $kWh/m^2/day$	Temperature °C
Latitud: 3.766 Longitude:116.188	Januari	4.48	24.1
	Februari	4.63	24.4
	Maret	4.90	24.8
	April	5.11	25.0
	Mei	5.05	25.3
	Juni	4.96	25.1
	Juli	4.97	25.0
	Agustus	5.06	25.5
	September	5.13	25.4
	Oktober	4.95	25.3
	November	4.81	25.0
	Desember	4.48	24.3
Rata-Rata		4.88	24.9

Data rata-rata energi matahari terendah pada bulan februari sebesar 4.63 $kWh/m^2/day$ serta suhu maksimum pada 25,4 $^\circ$C dapat digunakan untuk perhitungan desain PLTS.

III.2.2.2 Data Pola Beban Masyarakat

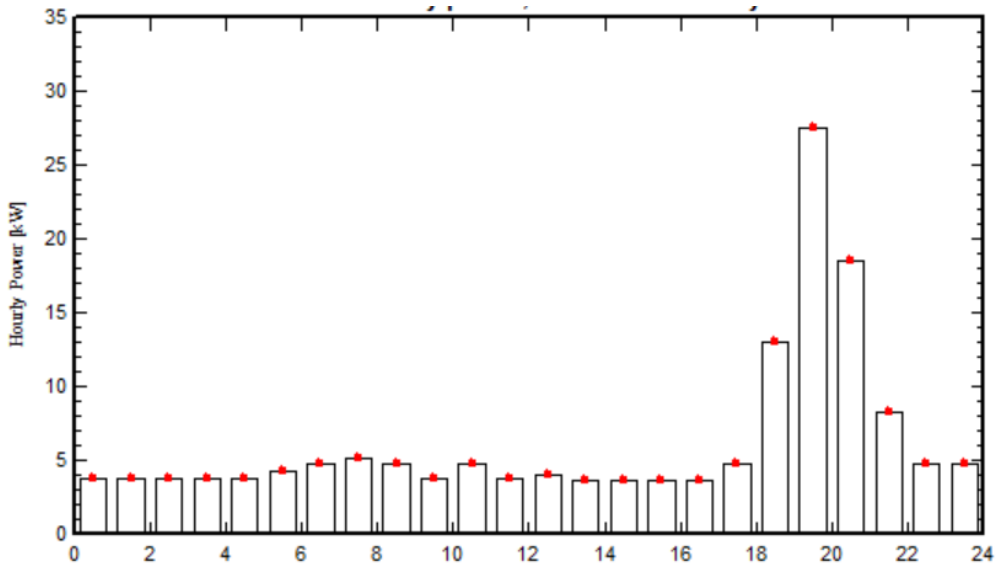
Tabel 7 Estimasi Penggunaan Listrik Rumah Tangga [1]

No	Peralatan	Jumlah	Daya (watt)	Waktu Pemakaian/hari	Energy/hari
1	Lampu	3	15	12	180
2	Televise	1	100	2	200
3	Stop kontak	1	100	1	100
			215		480

Tabel 8 Data Estimasi Daya dan Energi pada Desa Long Berang [1]

No	Bangunan	Unit (n)	Daya (W) = P	Energi (Wh) =e	Jumlah Daya (W) = pxn	Jumlah energy\ (Wh) = Exn
1	TK	1	230	500	230	500
2	SD	1	450	1200	450	1200
3	SMP	1	900	1900	900	1900
4	SMA	1	900	1900	900	1900
5	KANTOR DESA	1	450	1200	450	1200
6	KANTOR CAMAT	1	900	1900	900	1900
7	GEREJA	1	450	800	450	800
8	PUSKESMAS	2	450	800	900	1600
9	KANTOR BPU	1	450	800	450	800
10	RUMAH DINAS	32	450	800	14400	25600
11	ASRAMA SMA	1	450	800	450	800
12	LABORATORIUM	1	450	800	450	800
13	PERPUSTAKAAN	1	450	800	450	800
14	RUMAH	145	230	500	33350	72500
15	CADANGAN	50	230	500	11500	25000
16	PJU	60	20	240	1200	14400
TOTAL		**300**			**67430**	**151700**

Estimasi konsumsi energy listrik masyarakat Long berang mencapai 151.7 kWh/hari, apabila dibuatkan kurva beban harian seperti gambar berikut :



Gambar 12 Grafik Beban Masyarakat Selama 1 hari

III.2.2.3 Perencanaan Kapasitas Baterai

Perhitungan kapasitas baterai dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan berikut :

$$C = E\ x\ d\ x\ 1000/\ (DOD\ x\ EB\ x\ VB)$$

$$C = \ 151.7\ x\ 4\ x\ 1000/\ (80\%\ x\ 0.95\ x\ 12)$$

$$C = 66535\ Ah$$

Dengan kapasitas total baterai yang dibutuhkan mencapai 66.535 Ah pada tegangan 12 V, langkah selanjutnya adalah menentukan konfigurasi seri-paralel dan jumlah baterai yang akan digunakan. Pilihan jatuh pada tipe baterai Valve Regulated Lead Acid dengan tegangan 2V dan kapasitas 3000 Ah. Spesifikasi baterai ini adalah sebagai berikut:

Tabel 9 Speksifikasi Baterai

Basic Parameter	Value
Model	Rolls_S2_3560AGM.BTR
Nominal Voltage	2 V
Capacity	3000 Ah
Internal resistance	0.10 mΩ
Reference temperature	20°C
Efeciency	97 %
Storated energy at DOD	80 %

$$batt\ paralel = \frac{Ctotal}{Cbatre}$$

$$batt\ paralel = \frac{66535}{3000} = 22.17 = 22.17 = 23 \text{ paralel}$$

Jadi jumlah baterai terhubung paralel sebanyak 23 unit

$$batt\ seri = \frac{VB}{Vbat} = \frac{12}{2} = 6\ unit$$

Jadi jumlah baterai terhubung seri sebanyak 6 unit, sehingga total bateri yang dibutuhkan sebanyak 23x6 = 138 unit

$$Total\ kapasitas\ baterai = jmlh\ baterai\ x\ V\ X\ Ah$$
$$Total\ kapasitas\ baterai = 138\ x\ 2\ X\ 3000$$
$$Total\ kapasitas\ baterai = 828000 = 828\ kWh$$

Baterai dengan kapasitas sebesar 816 kWh memiliki kemampuan untuk menyediakan pasokan listrik ke masyarakat selama periode cadangan 4 hari, khususnya apabila pasokan daya dari modul surya mengalami penurunan. Dalam skenario ini, penggunaan baterai direncanakan untuk mencapai 80% dari total kapasitasnya.

III.2.2.4 Perencenaan Kapasitas Modul Surya

Panel surya bekerja optimal pada suhu standar sekitar 25°C. Namun, berdasarkan data dari BMKG, suhu rata-rata maksimum di lokasi ini mencapai 25.5°C. Oleh karena itu, peningkatan temperatur dari 25°C menjadi 25.5°C adalah sekitar 0.5°C. Dengan mempertimbangkan perubahan suhu ini dalam perencanaan, berikut adalah spesifikasi pada panel surya:

Tabel 10 Speksifikasi Modul Surya

Basic Parameter	Value
Model	AmsoSolar_P350_Wp_72.PAN
Pmpp	350 Wp
Isc	9.330 A
Impp	9.067 A
Vmpp	38.60 V
Open circuit Voc	48.10 V

Maka daya output surya dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$\text{P (saat t naik t}°C) = TK\ Pmpp\ x\ P\ mpp\ x\ T(°C)$$

$$\text{P (saat t naik 0.5}°C) = 0.5\%\ x\ 0.5°C\ x\ 350\ W = 0.875\ watt$$

Untuk daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi $27.8°C$ diperhitungkan sebagai berikut

$$\text{P mpp saat naik menjadi (t}= 25.5°C) = PMpp - \text{P (saat t naik } 0.5°C)$$

$$\text{P mpp saat naik menjadi (t}= 25.5°C) = 350\ watt - 0.75\ watt = 349.25\ watt$$

Nilai Performance Ratio (PR) diketahui dengan membandingkan daya aktual pada suhu lingkungan dengan daya nominal pada STC.

Jenis-jenis rugi	Besar nilai rugi-rugi	Daya (W)
Factor on global	2.3%	8.05
Irradiance	0.7%	2.45
Module quality	0.8%	2.8
Temperature	9.8%	34.3
Mismatch	2.1%	7.35
Wiring	1.1%	3.85
Inverter	2.9%	10.15
Loss with respect to the MPP running	0%	0
Total rugi	19.7%	68.95

$$DayakeluaranPLTS = 350 - 68.95 = 281.05\ Watt$$

Dengan merujuk pada Tabel 1 yang menyajikan rata-rata iradiansi matahari selama satu tahun sebesar 4.88, maka dapat dihitung bahwa energi rata-rata yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dengan mempertimbangkan rugi-rugi sistem, dalam satu hari adalah:

$$Ppv = 281.05\ x\ 4.88 = 1.371{,}524\ Wh/hari$$

Untung menghitung energi yang dihasilkan PLTS dengan memperhitngkan rugi-rugi selama satu tahun (365 hari) yaiitu :

$$Esistem = 1.371{,}524\ x\ 365 = 500.606{,}26\ kWh/tahun$$

Penilaian kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) didasarkan pada rasio performansi, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara total energi yang dihasilkan oleh PLTS, termasuk rugi-rugi sistem, dengan total energi yang dihasilkan oleh PLTS tanpa memperhitungkan rugi-rugi sistem. Untuk menghitung jumlah energi yang dihasilkan oleh PLTS tanpa mempertimbangkan rugi-rugi sistem, dapat menggunakan rumus:

$$Eideal = 350\ x\ 4.88\ x\ \ 365 = 623.420\ kWh/tahun$$

Untuk menghitung rasio performansi yaitu ;

$$PR = \frac{500.606{,}26}{623.420} = 0.8 = \%$$

Setelah memperoleh Performance Ratio, efisiensi modul, dan efisiensi komponen (dengan estimasi faktor rugi komponen sebesar 0,75), data rata-rata energi matahari terendah tercatat pada bulan Januari dan Desember sebesar 5.22 kWh/m2/hari.

Luas area PV Array = $\frac{E}{I\ .\ npv\ .PR\ .nout} = \frac{151.7kWh/hari}{5.13\text{ kWh x } 0.19 \text{ x } 0.8 \text{ x } 0.97 \text{ x } 0.75} => 270.3\ m^2$

Setelah mengetahui luas array sebesar 270 m^2, tingkat radiasi matahari (PSI) sebesar 1000 W/m^2, dan efisiensi panel surya sebesar 0.19, maka daya yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$P(watt\ peak) = luas\ array\ x\ psi\ x\ nPV = 270\ m^2 x\ 1000W/m^2 x 0.19$$
$$P(watt\ peak) = 51.357\ watt$$

Berdasarkan perhitungan tersebut kapasitas modul surya sebesar 41175 kWp sudah mampu untuk menyuplai daya ke masyarakat

III.2.2.5 Perencenaan Kapasitas Inverter

Panel surya yang diaplikasikan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah direncanakan memiliki kapasitas sebesar 350WP. Dengan mempertimbangkan kapasitas panel surya tersebut, jumlah panel surya yang diperlukan dapat dihitung sebanyak.

$$Jumlah\ panel\ surya = \frac{P(watt\ peak)}{Pmaks} = \frac{51.357watt}{350\ watt}$$

$$Jumlah\ panel\ surya = 146\ unit$$

Pemilihan PV inverter dengan kapasitas 25 kW sebanyak 2 unit dengan speksifikasi sebagai berikut :

Tabel 11 Speksifikasi Inverter

Parameter	Value
Model	APV 25k-TL_A70
Maximum AC power	25 kWp
Nominal AC current	45.1 A
Maximum AC current	46.0 A
Vin minimum MPP voltage	488 Volt
Vin maksimum MPP voltage	1000 Volt

Konfigurasi seri paralel modul sebagai berikut :

$$jumlah\ modul\ inverter = \frac{Pinverter}{Pmodul\ surya} = \frac{25000watt}{350watt} = 72\ inverter$$

$$Jumlah\ seri\ modul = \frac{Vinmaxinverter}{Voperncircuit} = \frac{965Vdc}{48.20Vdc} = 20\ modul$$

$$Jumlahparalelmodul = \frac{jumlahmodulinverter}{jumlahserimodul} = \frac{72}{20} = 3.6 = 4\ paralel(4string)$$

Agar sesuai dengan kapasitas inverter yang beroperasi paralel dalam 4 string dan memperhitungkan jumlah modul maksimum setiap inverter sebanyak 72 unit, maka jumlah modul dalam satu seri dikurangi menjadi 20 modul. Proses perhitungan nilai tegangan untuk 20 seri modul dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut ini.

$$Vinput = jmlmodul\ x\ Voc = 20x\ 48.20 = \ 964Volt$$

$$Vmpp = jumlahmodul\ x\ Vmpp = 20x39.20 = 1136.8\ watt$$

Inverter dilengkapi dengan dua input MPP sehingga setiap input MPP terdiri dari dua string modul surya. Arus pada setiap MPP dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{I string} = \text{Isc x jml string tiap MPP} = 9.60 \text{ x } 2 = 19{,}2 \text{ A}$$

Total modul tiap inverter menjadi 20 x 4 = 80 unit, sehingga daya input tiap inverter menjadi :

$$\text{P input} = 80\text{x } 350 \text{ W} = 2800 \text{ W}$$

Sehingga untuk 2 unit inverter total modul menjadi 80 x 2 = 160 modul surya

. Kapasitas total PLTS menjadi 160 x 350 Wp = 56000 kWp.

Pemilihan baterai inverter yang digunakan berkapasitas 6 kW, maka jumlah inverter baterai yang diperlukan dapat dihitung sebagai berikut :

$$jumlah\ inverter = \frac{dayaPVinverter}{dayainverterbaterai} = \frac{39{,}6kW}{6kW} = 9.3 = 10\ inverter$$

III.2.3 Studi Kasus : Desain Optimal Sistem Pembangkit Listrik Terhubung Grid dengan Sumber Energi Hibrida PV dan Mikrohidro

Desa Merden, berlokasi di Kecamatan Padureso, merupakan bagian dari Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah, dan memiliki koordinat geografis di antara 7º38’54” LS dan 109º47’49” BT. Di desa ini, terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang terkoneksi dengan jaringan, menggunakan air dari Waduk Wadaslintang yang berada di perbatasan antara Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Kebumen. Dengan kapasitas menghasilkan energi sebesar 2x200 Kva [2], PLTMH ini memberikan manfaat bagi penduduk setempat. Namun, selama musim kemarau, PLTMH tidak dapat beroperasi secara optimal atau bahkan tidak beroperasi sama sekali karena kekurangan pasokan air dari Waduk Wadaslintang.

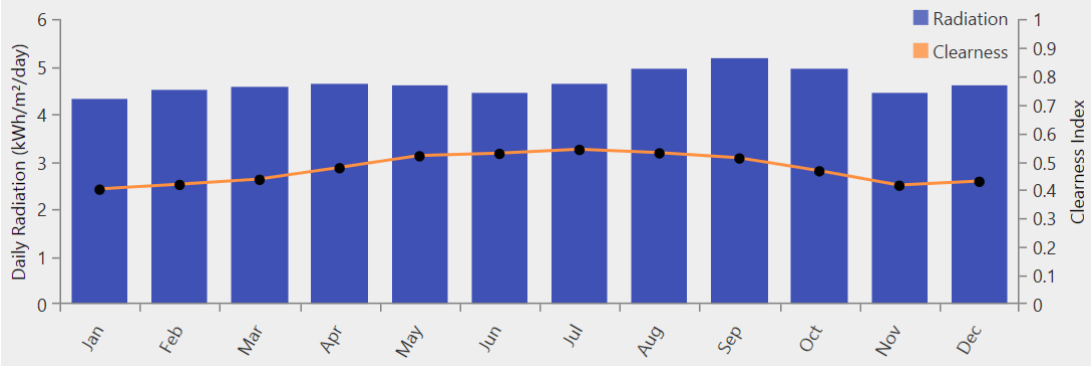
Untuk mengatasi tantangan ini, Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) menjadi solusi dengan menggabungkan berbagai sumber energi, baik terbarukan maupun tidak terbarukan, untuk meningkatkan efisiensi penyediaan energi listrik. Evaluasi kinerja sistem PLTH melibatkan aspek keandalan dan faktor ekonomi. Dalam hal ini, HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables) [3] digunakan sebagai perangkat lunak untuk memodelkan penilaian kinerja. HOMER mengoptimalkan desain sistem PLTH dengan mempertimbangkan Net Present Cost (NPC) terendah, yang mencakup estimasi ukuran sistem, kapasitas, dan biaya [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun model sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) yang berbasis energi terbarukan sebagai opsi alternatif yang ramah lingkungan, dengan tujuan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

III.2.3.1 Data Potensi Sumber Daya

Desa Maren memiliki beberapa potensi sumber daya yang dapat dimanfaatkan, termasuk intensitas radiasi matahari yang tinggi dan pasokan air yang mencukupi. Seharusnya, kedua potensi ini bisa dioptimalkan untuk keberlanjutan energi. Berikut adalah data yang telah diperoleh mengenai sumber energi tersebut diperoleh :

A. Informasi radiasi diperoleh menggunakan opsi "Get Data Via Internet" pada HOMER, di mana HOMER secara otomatis mengakses situs resmi Badan Antariksa Amerika Serikat (NASA Surface Meteorology). Hasilnya menunjukkan rata-rata radiasi matahari tahunan sekitar 4.66 kWh/m^2/hari. Tabel 3 mencantumkan nilai radiasi matahari di sekitar Desa Merden, berdasarkan pengamatan NASA.



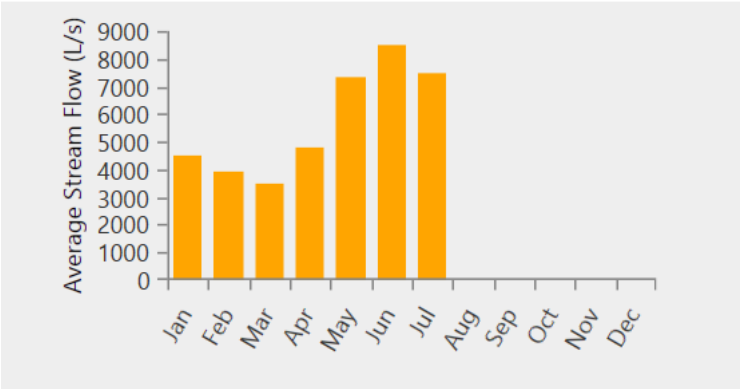
Gambar 13 Grafik Radiasi Matahari di desa Merden

Tabel 12. Rata-rata radiasi matahari per bulan selama 1 tahun

Bulan	Daily Radiation $(kWh/m^2/day)$
Januari	4.330
Februari	4.520
Maret	4.580
April	4.650
Mei	4.610

Juni	4.430
Juli	4.650
Agustus	4.940
September	5.190
Oktober	4.960
November	4.460
Desember	4.600

B. Data mengenai debit air diperoleh dari Pusat Data Tata Air (Pusdataru) Jawa Tengah dan PSDA Probolo wilayah Pejengkolan, Kebumen. Hasilnya menunjukkan rata-rata debit air sebesar 3.333,33 liter per detik.



Gambar 14 Rata-rata debit air Bendungan Pejengkolan

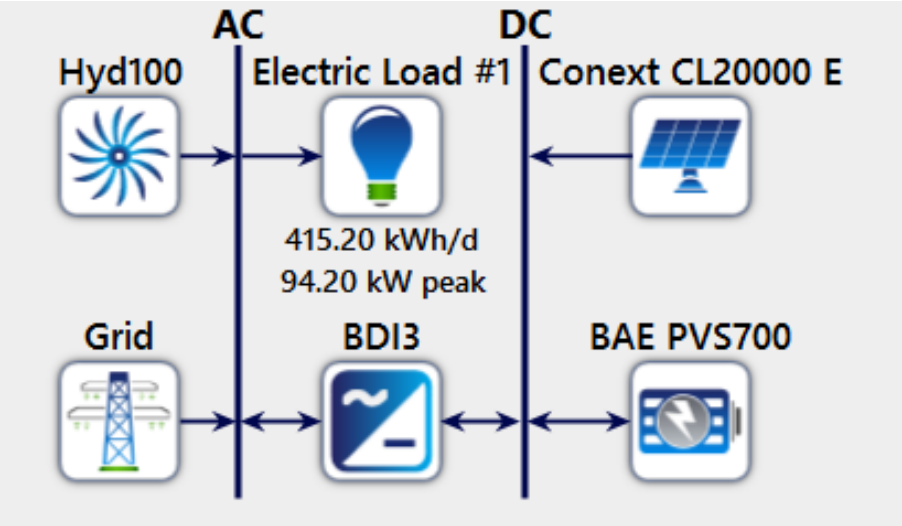
Tabel 13 Rata-rata debit air bendungan penjengkolan

Bulan	Stream Flow (L/s)
Januari	4,500.000
Februari	3,900.000
Maret	3,500.000
April	4,800.000
Mei	7,300.000
Juni	8,500.000
Juli	7,500.000

Agustus	0.000
September	0.000
Oktober	0.000
November	0.000
Desember	0.000

III.2.3.2 Perencanaan Sistem PLTH

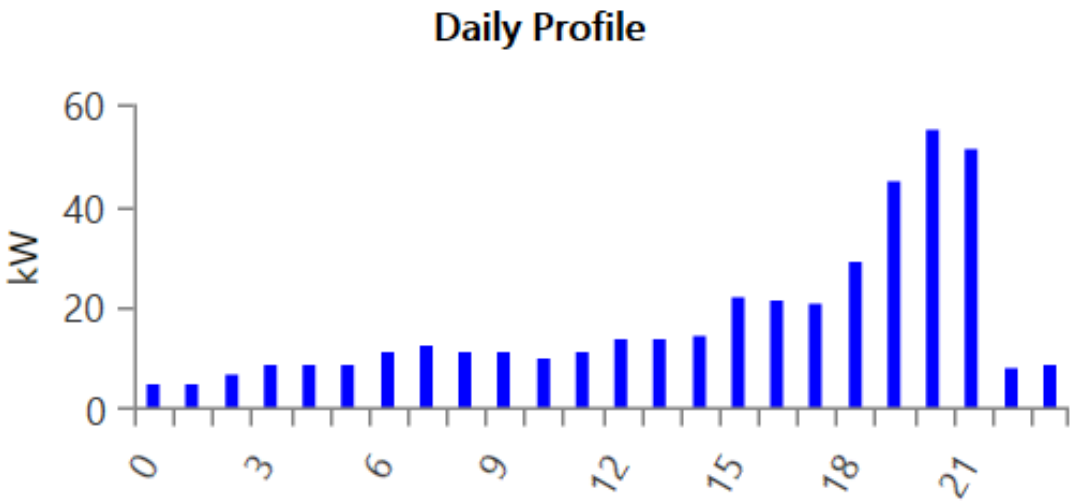
Desain yang disiapkan untuk simulasi menggunakan perangkat lunak HOMER melibatkan komponen PLTH berkapasitas 2x200 kVa serta PV berkapasitas 15 kW. Parameter yang akan dimasukkan termasuk debit air, intensitas radiasi matahari, perkiraan beban harian, spesifikasi peralatan, dan estimasi biaya. Gambar 5 memperlihatkan tampilan desain PLTH dalam lingkungan perangkat lunak HOMER.



Gambar 15 Tampilan desain PLTH pada HOMER

III.2.3.3 Prakiraan Beban

Perencanaan ini disimulasikan dengan tujuan memenuhi kebutuhan listrik untuk 200 pelanggan di Desa Merden, dengan konsumsi beban harian setiap rumah tangga sekitar 415 kWh. Selanjutnya, total beban listrik Desa Merden mencapai 55 kW, dengan batasan beban minimal sebesar 5.2 kWh.

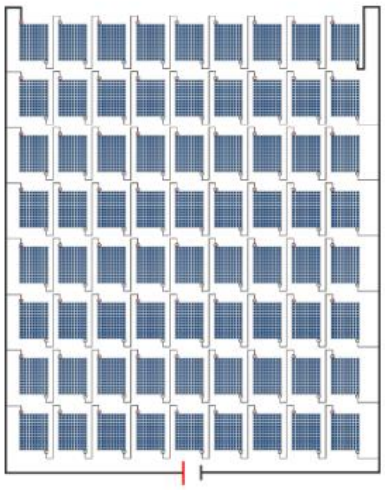


Gambar 16 Beban listrik Desa Merden dalam 1 hari

III.2.3.4 Komponen Utama Sistem PLTH

- Photovoltaic

Desain sistem PV pada perangkat lunak HOMER memperlihatkan bahwa setiap rating daya maksimal dari panel surya adalah 200 Wp, dengan kapasitas total mencapai 15 kW. Penyusunan panel-panel ini dilakukan secara seri dan paralel, dan detailnya tergambar pada gambar 7.



Gambar 17 Susunan PV

Masing-masing panel memiliki datasheet kelistrikan maupun data mekanik yang digunakan sesuai kebutuhan. Scenario desain PV dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 14 Skenario Desain PV

Parameter	Value
Jenis	Schneider Conext CL20000 E with generic PV
Kapasitas	200 Wp
Vmp	26.9 V
Imp	7.43 A
Voc	32.3 V
Isc	8,33A
Seri	9
Paralel	8
Total	72 Panel

- Mikrohidro

Pada studi kasus ini desain turbin yang digunakan menggunakan jenis *Generic Hydro*. Tabel 10 menunjukkan desain turbin yang digunakan :

Tabel 15 Skenario Desain Mikrohidro

Tipe	Speksifikasi
Jenis	Generic Hydro
Daya	2x100 kW
Diameter	1000 mm
Debit air	7000 l/s
Head	10 m

- Baterai

Sistem pembangkit listrik telah dirancang dengan menggunakan baterai sebagai penyimpan energi sekaligus sumber energi listrik. Baterai ini dirancang untuk sistem dengan tegangan 240 V. Informasi lebih lanjut mengenai skenario desain baterai yang digunakan dapat ditemukan pada tabel 11.

Tabel 16 Skenatrio Desain Baterai

Tipe	Speksifikasi
Jenis	BAE PVS Block 12V 140
Nominal Voltage	12 V
Nominal Capacity	1.7 kWh
Maximu Capacity	141 Ah
Maximum Discharge Current	230 A

Seri	20
Paralel	2
Total	40 Unit

- Konverter

Konverter yang digunakan dalam sistem ini menggunakan Bi-Directional Inverter, sebuah sistem konverter yang memungkinkan arus listrik mengalir ke dan dari sumber daya eksternal serta penyimpanan baterai. Spesifikasi lengkap mengenai Bi-Directional Inverter dalam perangkat lunak HOMER dapat ditemukan dan diperinci dalam tabel 12.

Tabel 17 Skenario Desain Konverter

Tipe	Speksifikasi
Jenis	PRETTL REFUhybrid 100
DC Voltage Range	510-800V
Nominal AC Power	96.6 kW
AC Voltage Range	360-440V
Peak Efficiency	95%

III.2.3.5 Biaya Komponen Sistem

Biaya yang dimasukkan ke dalam perangkat lunak HOMER untuk sistem PV, Mikrohidro, Baterai, dan konverter mencakup biaya modal, biaya penggantian komponen, biaya operasional, dan manajemen (O&M) dengan umur rata-rata sekitar 25 tahun. Rincian lengkapnya dapat diidentifikasi pada tabel 13.

Tabel 18 Parameter Biaya Komponen Sistem PLTH

Komponen	Modal	Biaya Pengganti	O&M
PV	$924,48/kW	$924,48/kW	$14.22
Mikrohidro	$32.001	$32.001	$70
Baterai	$1280	$1280	$7.11
Konverter	$16.001	$16.001	$36

III.3 HASIL OPTIMASI PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT ENERGI TERBARUKAN

hasil dan evaluasi dari proses optimasi perencanaan sistem pembangkit energi terbarukan yang melibatkan tiga pendekatan utama, yaitu Cofiring, PVSYST, dan HOMER. Penelitian ini mengeksplorasi integrasi sumber daya energi terbarukan dengan menggunakan metode Cofiring, yang melibatkan kombinasi berbagai sumber energi, serta memanfaatkan kemampuan perangkat lunak PVSYST dan HOMER. Paragraf ini akan menyajikan gambaran umum tentang pendekatan holistik ini, yang bertujuan untuk mencapai optimalitas dalam perencanaan dan implementasi sistem pembangkit energi terbarukan dengan mempertimbangkan aspek-aspek teknis, ekonomi, dan keberlanjutan. Melalui kombinasi keahlian Cofiring, analisis detail dari PVSYST, dan perencanaan sistem energi hibrida dengan HOMER, hasil dari optimasi ini diharapkan dapat memberikan pandangan mendalam tentang potensi efisiensi, kelayakan ekonomi, dan dampak lingkungan

III.3.1 Hasil Assesment PLTS Miangas

A. Delaminasi

Gambar 18 Kondisi Permukaan PV PLTS Miangas

Delaminasi dapat teridentifikasi melalui adanya gelembung atau retakan pada permukaan modul surya. Gelembung tersebut menandakan bahwa lapisan-lapisan pada modul surya telah terlepas dan tidak berfungsi secara optimal. Keadaan delaminasi ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi produksi energi listrik oleh modul surya, dan dapat berpotensi menyebabkan kerusakan lebih lanjut jika tidak

diatasi dengan baik. Meskipun demikian, pada PLTS Miangas, kasus delaminasi pada modul surya relatif sedikit; yang umum terjadi adalah perubahan warna pada modul surya tanpa adanya delaminasi.

B. Shading/Bayangan

Gambar 19 Shading pada PV PLTS Miangas

Dalam ilustrasi di atas, terlihat beberapa objek yang berpotensi menciptakan shading atau bayangan pada panel, yaitu sebagai berikut:

- Shading potensial yang diakibatkan oleh pertumbuhan vegetasi yang lebih tinggi daripada tinggi PV array, terutama pada array 5 dan 6 pada pagi hari.
- Shading potensial yang diakibatkan oleh pohon kelapa yang terlalu dekat dengan PV array 1 dan 2 pada sore hari.

C. Soiling

Gambar 20 Soiling pada PV PLTS Miangas

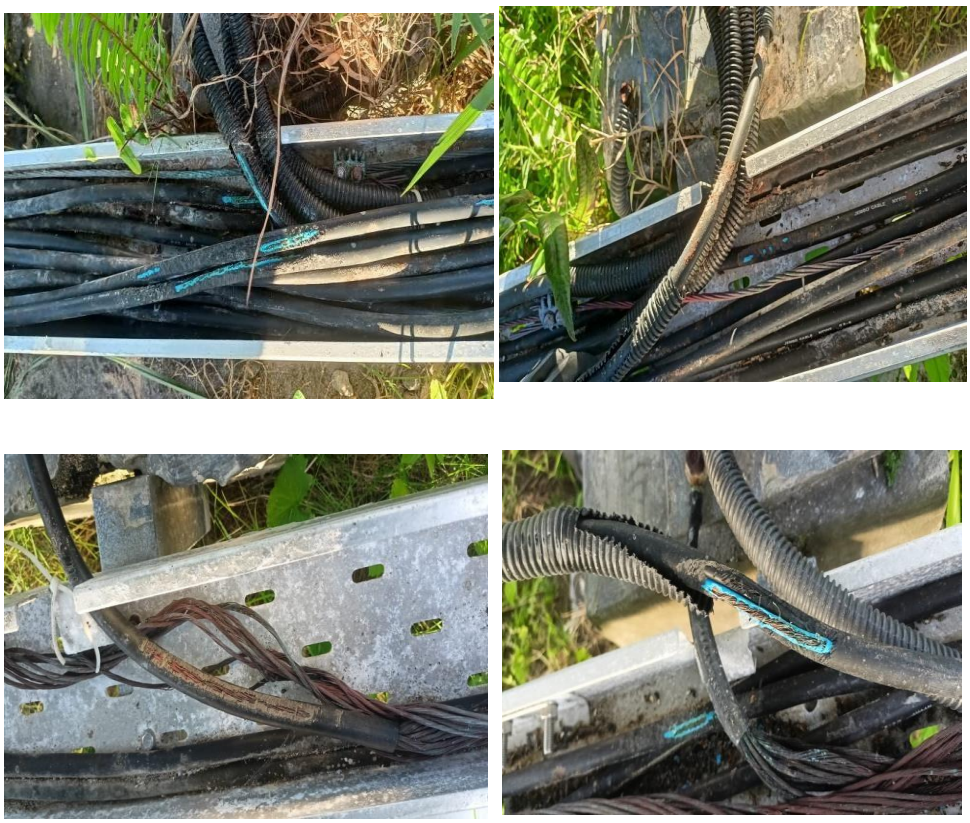
Ketika panel surya terkontaminasi, cahaya matahari yang mencapainya akan terhalang sebagian atau sepenuhnya oleh partikel kotoran. Dampaknya adalah berkurangnya penyerapan cahaya oleh sel surya, mengakibatkan penurunan produksi energi listrik. Debu dan kotoran juga dapat membentuk lapisan isolasi di permukaan panel surya, menyebabkan peningkatan suhu modul surya dan berpotensi mempengaruhi kinerjanya.

D. Anomalia pada Penyangga Kabel Tray

Gambar 21 Kondisi Baut Penyangga Module PLTS Miangas

E. Anomalia pada kabel DC array

Hasil penilaian yang dilakukan oleh tim PLN Nusantara Power menunjukkan bahwa secara visual, kabel DC array telah mengalami kerusakan akibat gigitan tikus. Akibatnya, ketahanan kabel menurun dan meningkatkan risiko terjadinya konsleting arus pendek. Kondisi ini dapat membahayakan operator dan tim pemeliharaan yang sering beraktivitas di area PV.



Gambar 22 Kondisi Kabel PLTS Miangas

Kerusakan pada kabel DC array di PLTS Miangas sudah terlalu parah, di rekomendasikan untuk mengganti seluruh kabel DC dari PV menuju string box dan dari string box menuju junction box (combiner box)

F. Pengecekan Sistem Grounding

Pengukuran grounding sistem dilaksanakan di area Array dan menara penangkal petir dengan tujuan untuk memastikan apakah sistem grounding dan penangkal petir masih beroperasi sesuai dengan fungsinya.

Tabel 19 Hasil Pengukuran Grounding

No	Posisi Ground	Nilai (Ω)	Kriterian (<5 Ω)
1	Penangkal Petir	1,08	Tidak
2	Array 1	0,4	Memenuhi
3	Array 2	0,42	Memenuhi
4	Array 3	0,99	Tidak
5	Array 4	0,60	Tidak
6	Array 5	0,43	Memenuhi
7	Array 6	0,5	Memenuhi
8	Array 7	0,46	Memenuhi
9	Array 8	0,93	Tidak
10	Array 9	1,08	Tidak
11	Array 10	1,29	Tidak
12	Array 11	Error	Tidak

G. Pengukuran dan Pemeriksaan Visual Batter

H.

Gambar 23 Baterai PLTS Sangihe

Berdasarkan hasil pengukuran, diketahui bahwa tegangan sel baterai berada dalam kisaran 0.20-1.30 VDC, yang berada di bawah standar spesifikasi 2 – 1.80 VDC untuk semua baterai (240 sel). Evaluasi hasil pengukuran dan pemeriksaan visual baterai mengungkapkan hal-hal berikut:

- Seluruh baterai ditemukan dalam keadaan rusak, dengan retakan di bagian atas dan pecah di bagian badan baterai.
- Baterai mengalami undervoltage, kemungkinan disebabkan oleh pemberian daya yang berlangsung dalam waktu yang lama tanpa perawatan atau pemeliharaan. Selain itu, baterai mengalami kekurangan air.
- Baterai kotor karena kurangnya perawatan.
- Rak baterai mengalami kerusakan karena penuaan. Baterai tidak berdiri dengan rata dan saling bertumpuk satu sama lain.
- Banyak kabel power DC yang digigit oleh tikus.

I. Pengecekan String Box

Gambar 24 Kondisi String Box

Dari 35 string box, sejumlah di antaranya sudah mengalami kerusakan seperti baut skrup yang berkarat, pecah pada penutup, dan meleleh pada bagian badan string box karena kabel string mengalami short atau konsleting akibat karat pada skun. Ada juga string box yang sudah tidak ada karena terbakar akibat short. Untuk mengatasi masalah ini, operator PLTS Miangas melakukan penyambungan langsung antara kabel DC PV dan kabel DC combiner box sebagai solusi sementara.

III.3.2 Hasil Analisis Simulasi Pvsyst Dalam Mengoptimalkan Performa Sistem Energi Surya Off-Grid 150 kWp

General parameters

Grid-Connected System — **No 3D scene defined, no shadings**

PV Field Orientation

Orientation		**Sheds configuration**	**Models used**	
Fixed plane		No 3D scene defined	Transposition	Perez
Tilt/Azimuth	10 / -90 °		Diffuse	Perez, Meteonorm
			Circumsolar	separate

Horizon	**Near Shadings**	**User's needs**	
Free Horizon	No Shadings	Daily profile	
		Constant over the year	
		Average	151 kWh/Day

Storage

Kind — Self-consumption

Charging strategy	**Discharging strategy**
When excess solar power is available	As soon as power is needed

Hourly load	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	4.30	4.80	5.20	4.80	3.80	4.80	3.80	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	4.00	3.70	3.60	3.60	3.60	4.80	13.00	27.50	18.50	8.30	4.80	4.80	kW

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Generic
Model	P350 Wp 72 cells
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	350 Wp
Number of PV modules	170 units
Nominal (STC)	59.5 kWp
Modules	10 Strings x 17 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	54.1 kWp
U mpp	609 V
I mpp	89 A

Inverter

Manufacturer	Generic
Model	APV 25k-TL-RP
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	25.0 kWac
Number of inverters	2 units
Total power	50.0 kWac
Operating voltage	483-850 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.19

Total PV power

Nominal (STC)	60 kWp
Total	170 modules
Module area	330 m²
Cell area	301 m²

Total inverter power

Total power	50 kWac
Number of inverters	2 units
Pnom ratio	1.19

Battery Storage

Battery

Manufacturer	Generic
Model	S2-3560 AGM

Battery pack		**Battery Pack Characteristics**	
Nb. of units	23 in series	Voltage	46 V
	x 6 in parallel	Nominal Capacity	18000 Ah (C10)
Discharging min. SOC	20.0 %	Temperature	Fixed 20 °C
Stored energy	653.7 kWh		

Gambar 25 Parameter sistem simulasi PLTS

Pada gambar ke-8, terlihat parameter-parameter dari simulasi PLTS off grid. Modul surya yang dipakai adalah P350 Wp dengan total 170 unit, disusun dalam konfigurasi 17 seri dan Vmpp(PV) sebesar 38,60 V. Hal ini menghasilkan tegangan maksimum dari setiap fase panel sebesar Vmpp = 17 x 38,60V = 656 Volt, serta arus maksimum Impp = 10 x 9,067A = 90,67A. Dengan demikian, daya maksimum yang dihasilkan oleh setiap fase panel surya adalah Pmpp = Impp x Vmpp, yang setara dengan Pmpp = 656V x 90,67A = 59.479,52 Watt.

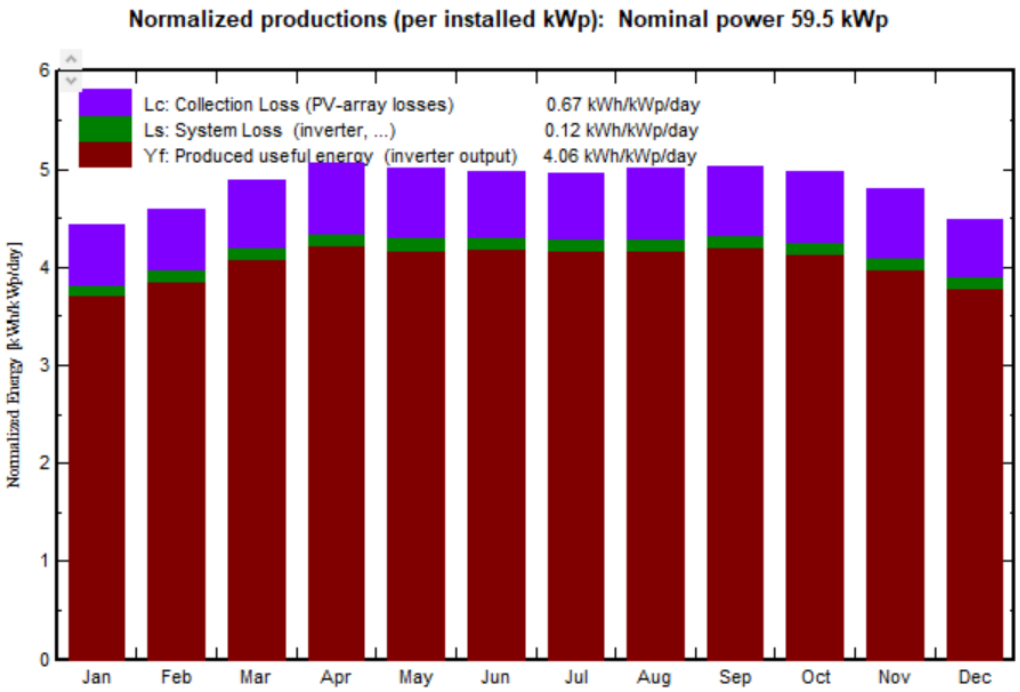
Baterai yang digunakan adalah S2-3560 AGM, dengan kapasitas masing-masing baterai sebesar 3000 Ah. Baterai-baterai ini diatur dalam konfigurasi 23 seri, membentuk battery bank dengan kapasitas total 18000 Ah. Tegangan nominal setiap baterai adalah 2V, dan dengan menyusunnya dalam konfigurasi 6 seri, battery bank ini memiliki tegangan nominal sebesar 46 V.

Tabel 20 Hasil Produksi Energi

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_User kWh	E_Solar kWh	E_Grid kWh	EFrGrid kWh
January	138.9	62.93	24.14	137.6	133.7	7051	4672	4438	109.2	233.6
February	129.6	61.04	24.40	128.4	125.2	6620	4220	3949	72.0	270.8
March	151.9	71.30	24.78	151.7	148.2	7757	4672	4564	148.9	107.6
April	153.3	67.20	24.96	152.0	148.6	7753	4521	4521	220.2	0.0
May	156.5	64.48	25.30	155.3	151.9	7939	4672	4633	717.2	38.7
June	148.8	59.70	25.12	149.4	146.0	7695	4521	4521	65.8	0.0
July	154.1	62.62	25.02	153.7	150.1	7915	4672	4672	108.5	0.0
August	156.9	66.65	25.52	155.3	151.8	7933	4672	4557	364.9	114.7
September	153.9	68.10	25.43	151.0	147.6	7725	4521	4475	232.2	46.3
October	153.4	67.58	25.27	154.4	151.2	7857	4672	4672	389.5	0.0
November	144.3	60.90	25.01	143.8	140.4	7333	4521	4511	114.5	10.2
December	138.9	61.07	24.31	139.2	135.8	7204	4672	4463	46.4	208.4
Year	1780.5	773.57	24.94	1771.9	1730.6	90781	55006	53975	2589.3	1030.4

Tabel 14 memperlihatkan data terkait energi yang disalurkan ke pengguna (E_User), yang merujuk pada energi yang benar-benar diserap atau digunakan oleh sistem sebesar 55.006 kWh/tahun. Energi efektif pada keluaran panel surya (E_Array) mencerminkan jumlah energi yang dihasilkan oleh sistem setelah mempertimbangkan berbagai faktor seperti efisiensi panel surya, kondisi cuaca, dan faktor lainnya, mencapai 90.781 kWh/tahun. Energi yang disuntikkan ke dalam jaringan listrik (E_Grid) mencerminkan jumlah energi yang disalurkan kembali ke grid ketika sistem PV menghasilkan lebih banyak energi daripada yang diperlukan oleh pengguna, dan nilai ini mencapai 1.030,4 kWh/tahun. Energi yang diperoleh dari grid (EFrGrid) mengukur jumlah energi yang diambil dari grid listrik sebagai suplemen atau sumber tambahan energi ketika sistem PV tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan energi atau dalam situasi di mana pengguna memilih untuk menggunakan energi dari grid.



Gambar 26 Grafik produksi energi listrik

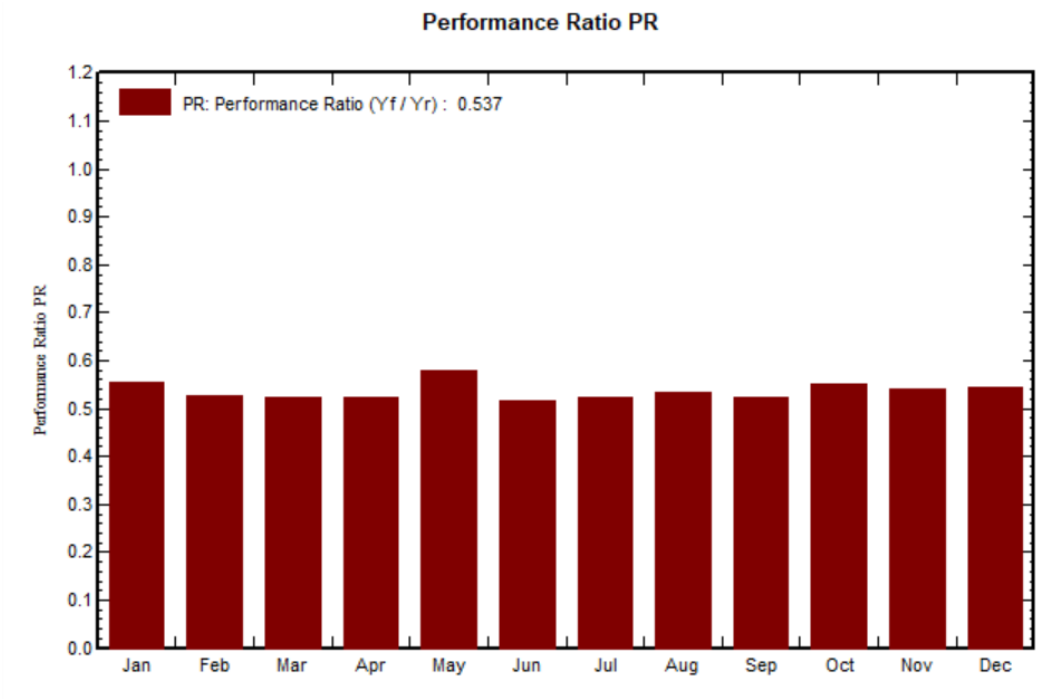
Gambar 9 menggambarkan jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS off grid selama satu tahun, dengan pemisahan data untuk setiap bulan. Collection loss (Lc) merujuk pada kehilangan energi yang terjadi dalam proses pengumpulan energi oleh panel surya atau array fotovoltaik, sebesar 0,67 kWh/kWp/hari. Faktor-faktor seperti hilangnya radiasi, kekotoran pada panel surya, bayangan, dan lain-lain dapat menyebabkan kerugian ini. Nilai yang lebih rendah menunjukkan bahwa pengumpulan energi oleh array fotovoltaik lebih efisien. System loss-inverter (Ls) mencerminkan kerugian energi yang terjadi pada inverter selama proses konversi dari energi DC (arus searah) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi energi AC (arus bolak-balik), dengan nilai sebesar 0,12 kWh/kWp/hari. Kerugian ini dapat disebabkan oleh efisiensi inverter yang kurang optimal atau faktor lain yang memengaruhi konversi energi. Production useful energy-inverter output (Yf) mengindikasikan jumlah energi yang benar-benar dapat digunakan atau dimanfaatkan oleh sistem setelah melewati inverter, dengan nilai sebesar 4,06 kWh/kWp/hari. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sistem secara efektif menghasilkan lebih banyak energi yang dapat dimanfaatkan

Tabel 21 Parameter Performa Normal Dari Hasil Simulasi

Normalized Performance Coefficients

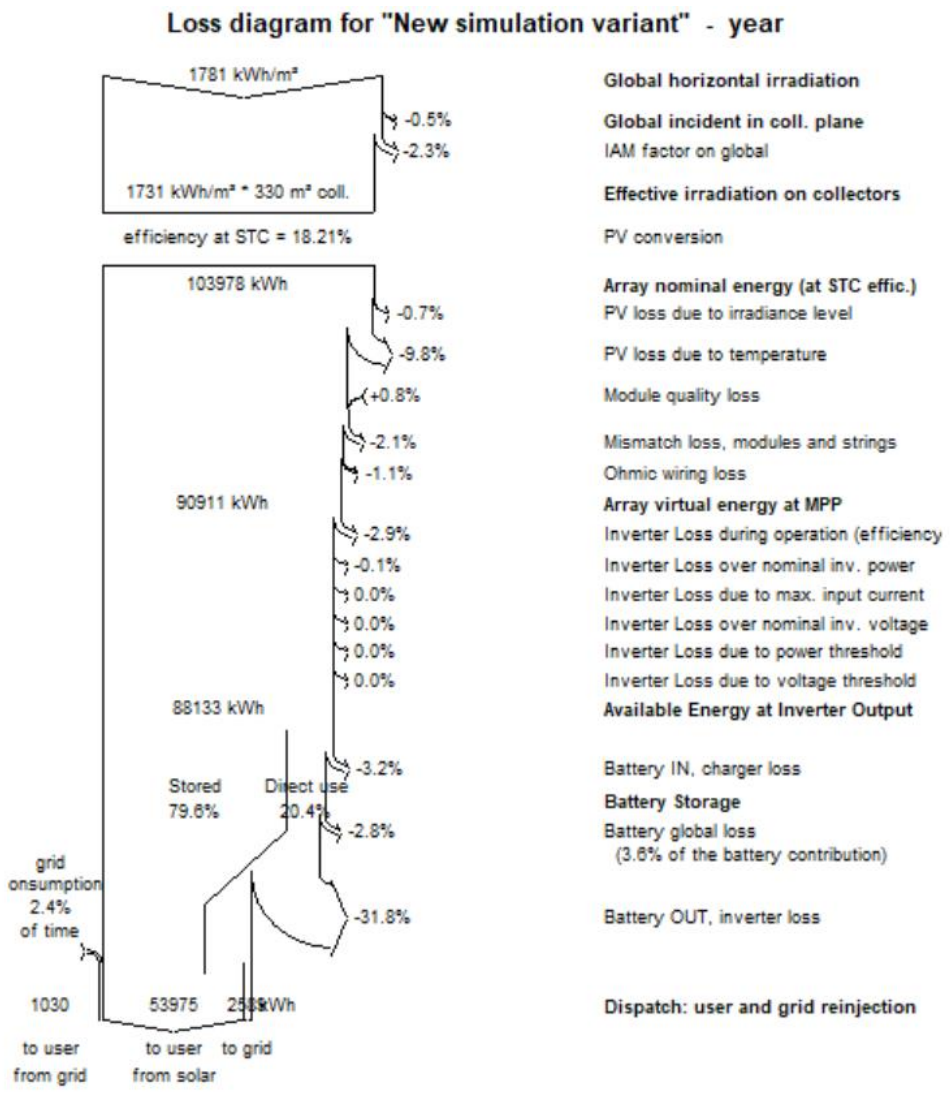
	Yr	Lc	Ya	Ls	Yf	Lcr	Lsr	PR
	kWh/m²/day	ratio	kWh/kWp/day	ratio	kWh/kWp/day	ratio	ratio	ratio
January	4.44	0.615	3.82	1.358	2.47	0.139	0.306	0.556
February	4.59	0.613	3.97	1.560	2.41	0.134	0.340	0.526
March	4.89	0.689	4.21	1.650	2.56	0.141	0.337	0.522
April	5.07	0.723	4.34	1.687	2.66	0.143	0.333	0.524
May	5.01	0.707	4.30	1.403	2.90	0.141	0.280	0.579
June	4.98	0.670	4.31	1.741	2.57	0.134	0.350	0.516
July	4.96	0.667	4.29	1.699	2.59	0.135	0.343	0.523
August	5.01	0.709	4.30	1.633	2.67	0.142	0.326	0.533
September	5.03	0.706	4.33	1.691	2.64	0.140	0.336	0.524
October	4.98	0.721	4.26	1.516	2.74	0.145	0.304	0.551
November	4.79	0.684	4.11	1.517	2.59	0.143	0.317	0.541
December	4.49	0.586	3.91	1.460	2.44	0.130	0.325	0.544
Year	4.85	0.674	4.18	1.576	2.60	0.139	0.325	0.537

Tabel 15 mencatat nilai tertinggi pada rasio performansi (PR) pada bulan Mei, yang disebabkan oleh kemampuan sistem PLTS untuk menyuplai energi ke beban. Sebaliknya, PR mencapai nilai terendah pada bulan Juni, dimana meskipun sistem PLTS menghasilkan energi yang tinggi, namun tidak dapat disalurkan ke beban. Solar fraction (SF) mencapai nilai tertinggi pada bulan April karena intensitas radiasi matahari yang tinggi, mencapai 5,07 kWh/m^2/hari, dengan rasio 1,00 atau persentase 100%. SF mencapai nilai terendah pada bulan Maret, dikarenakan intensitas matahari yang rendah pada bulan Januari sebesar 4,44 kWh/m^2/hari, dengan rasio 0,950 atau persentase 95%.



Gambar 27 Grafik Performa Ratio PV

Dalam gambar 10, terlihat rata-rata kinerja rasio performa (PR) sebesar 0.537, setara dengan persentase 53%. PR adalah perbandingan antara energi yang disalurkan ke beban (Yf) dengan energi yang seharusnya dihasilkan oleh modul surya tanpa adanya kerugian (Yr). Solar fraction (SF) mencapai nilai 0.981 atau 98.1% dalam persentase. SF menggambarkan perbandingan antara jumlah energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS dengan total energi yang diperlukan oleh beban.



Gambar 28 Loss diagram dari sistem PlTS

Energi yang dapat dihasilkan oleh 170 unit modul surya dengan daya 350 Wp adalah sebesar 103.978 kWh/tahun. Terdapat beberapa faktor kerugian pada modul surya, di antaranya adalah kerugian akibat perbedaan tingkat intensitas radiasi matahari sebesar 0.7%, kerugian yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan sebesar 9.8%, kerugian yang umumnya menyimpang dari spesifikasi sebesar 0.8%, ketidakcocokan sebesar 2.1%, kerugian instalasi kabel sebesar 1.1%, dan kerugian saat baterai dalam proses pengisian sebesar 3.2%.

III.3.3 Hasil Analisis Desain Optimal

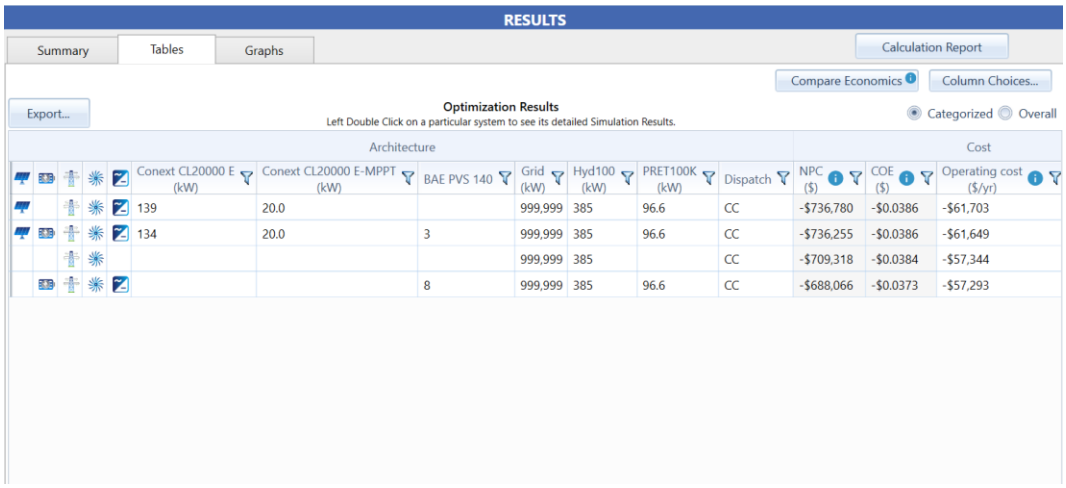
III.3.4 Sistem Pembangkit Listrik Terhubung Grid dengan Sumber Energi Hibrida PV dan Mikrohidro

A. Pengaruh Parameter Terhadap Desain Sistem Hybridge

Terdapat tiga faktor yang menjadi dasar dalam merancang sistem PLTH, yaitu aliran air dari bendungan, radiasi matahari, dan kebutuhan energi listrik masyarakat. Ketiga faktor ini memiliki dampak signifikan pada hasil akhir sistem. Jika salah satu faktor tidak memenuhi standar yang ditetapkan untuk komponen-komponen PLTH, maka kinerja sistem tidak akan berjalan secara optimal.

B. Hasil Optimasi Desain Skematik Pembangkit Listrik Tenaga Hybride

Tujuan dari proses optimasi adalah untuk mengidentifikasi tingkat variabilitas komponen utama pada pembangkit listrik tenaga hybrid saat sedang beroperasi. Hasil dari proses optimasi ini diperoleh setelah simulasi selesai dijalankan menggunakan perangkat lunak HOMER. Gambar 8 memperlihatkan hasil optimasi variabel untuk masing-masing komponen yang terdapat dalam skema desain PLTH.



Conext CL20000 E (kW)	Conext CL20000 E-MPPT (kW)	BAE PVS 140	Grid (kW)	Hyd100 (kW)	PRET100K (kW)	Dispatch	NPC ($)	COE ($)	Operating cost ($/yr)
139	20.0		999,999	385	96.6	CC	-$736,780	-$0.0386	-$61,703
134	20.0	3	999,999	385	96.6	CC	-$736,255	-$0.0386	-$61,649
			999,999	385		CC	-$709,318	-$0.0384	-$57,344
		8	999,999	385	96.6	CC	-$688,066	-$0.0373	-$57,293

Gambar 29 Hasil Optimasi desain skematik PLTH

C. Total Produksi Energi

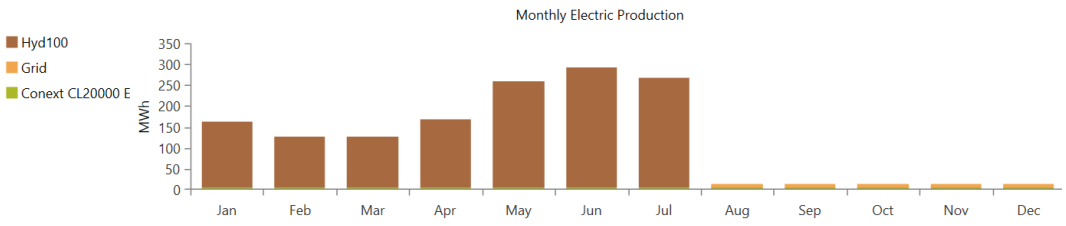
Total produksi energi yang dihasilkan selama satu tahun dari system pembangkit listrik tenaga hybrid sebagai penyedia cadangan energy listrik masyarakat sebesar 1.478.502 kWh/tahun. Hasil dari total produksi energy selama setahun dari system pembangkit listrik tenaga hybride dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 22 Total Produksi Energi

Komponen	Produksi (kWh)/tahun	Efisiensi (%)
Schneider Conext CL20000 E with generic PV	72836	4.93
Hydro	1.363.512	92.2
Grid purchase	42.155	2.85
Total	1.478.502	100

Berdasarkan Tabel 14, produksi total energi listrik dari mikrohidro lebih besar dibandingkan dengan sel surya, hal ini disebabkan oleh daya keluaran mikrohidro yang mencapai 92,2%, sementara sel surya hanya menghasilkan 4,93% dari total produksi energi listrik.

Pada gambar 13, terlihat rata-rata produksi energi listrik sesuai dengan parameter input, dengan setiap komponen sesuai dengan warna yang ditunjukkan dalam grafik, yaitu mikrohidro (coklat), grid (kuning), dan PV (hijau). Dapat diamati bahwa pada grafik bulan Agustus hingga Desember, tidak terdapat produksi energi dari mikrohidro karena terjadi pengerngaan yang mengakibatkan sistem hidro tidak beroperasi. Oleh karena itu, produksi energi listrik selama periode tersebut berasal dari PV.

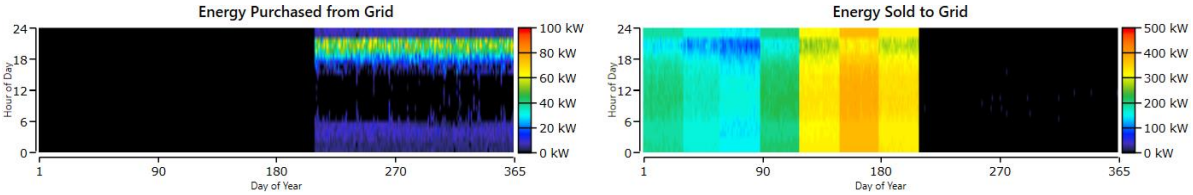


Gambar 30 Grafik Hasil Simulasi Total Produksi Energi Selama 1 Tahun pada Sistem PLT

Selanjutnya, penjualan listrik ke jaringan atau grid oleh pihak Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) kepada penyedia listrik nasional (PLN) dalam simulasi menggunakan perangkat lunak HOMER adalah sebesar 1.323.313 kWh per tahun, sementara jumlah energi yang dibeli adalah sebesar 42.155 kWh per tahun. Ilustrasi pada Gambar 7 menggambarkan peta distribusi (DMap) energi yang dijual dan dibeli.

Tabel 23 Nilai Ekonomi Penjualan Listrik kepada PLN

Konsumsi	kWh/yr	%
AC Primary Load	151.548	10.3
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	1.323.313	89.7
Total	1.474.861	100



Gambar 31 DMap energi yang dijual dan dibeli

D. Faktor Emisi

Dalam sistem pembangkit energi hibrida di Desa Merden, ketika konfigurasi sistem berada pada tingkat optimal, terjadi emisi karbon dioksida sebanyak 25.642 kg/tahun, tanpa emisi karbon monoksida, emisi sulfur dioksida sebanyak 116 kg/tahun, dan emisi nitrogen oksida sebanyak 56.5 kg/tahun.

Tabel 24 Hasil Emisi Sistem PLTH

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	26.642	Kg/yr
Carbon Monoxide	0	Kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	Kg/yr
Particulate Matter	0	Kg/yr
Sulfur Dioxide	116	Kg/yr
Nitrogen Oxides	56.5	Kg/yr

E. Net Present Cost (NPC)

Total biaya yang dikeluarkan untuk komponen dalam proyek pemasangan dan operasional pembangkit listrik tenaga hybrid mencapai $-736.779,98. Rincian pembagian biaya komponen dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 25 Net Present Cost Sistem PLTH

Component	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($)	Fuel ($)	Salvage ($)	Total ($)
Generic Hydro 100kW	$32,001.00	$0.00	$904.93	$0.00	$0.00	$32,905.93
Grid	$0.00	$0.00	-$800,861.26	$0.00	$0.00	-$800,861.26
PRETTL REFUhybrid 100	$20,338.11	$0.00	$591.54	$0.00	$0.00	$20,929.65
Schneider Conext CL20000 E with generic PV	$8,546.30	$0.00	$1,699.40	$0.00	$0.00	$10,245.70
System	$60,885.42	$0.00	-$797,665.40	$0.00	$0.00	-$736,779.98

F. Annualized cost (AC)

Biaya total tahunan yang dikeluarkan oleh sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) mencapai -$56.993,16. Nilai biaya terannualisasi (annualized cost) akan digunakan untuk menentukan nilai cost of energy. Rincian pembagian biaya tahunan komponen dari desain sistem dapat ditemukan pada tabel 20 .

Tabel 26 Annualized Cost Sistem PLTH

Component	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($)	Fuel ($)	Salvage ($)	Total ($)
Generic Hydro 100kW	$2,475.42	$0.00	$70.00	$0.00	$0.00	$2,545.42
Grid	$0.00	$0.00	-$61,950.12	$0.00	$0.00	-$61,950.12
PRETTL REFUhybrid 100	$1,573.24	$0.00	$45.76	$0.00	$0.00	$1,619.00
Schneider Conext CL20000 E with generic PV	$661.09	$0.00	$131.46	$0.00	$0.00	$792.55
System	$4,709.75	$0.00	-$61,702.91	$0.00	$0.00	-$56,993.16

G. Cost of energy (COE)

Cost of energy digitung untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per 1kWh dari desain system. Cost of energy yang dihasilkan dari simulasi system hybride menggunakan homer sebesar $0.03864/kWh

$$COE = \frac{TotalAC}{Energitotalproduksisistem}$$

$$COE = \frac{\$56.993,16}{1.478.502}$$

$$COE = \$0.03854\ per\ kWh$$

H. Renewable penetration

Renewable penetration Digunakan untuk mengevaluasi performa mikrohidro dan sel surya dalam menghasilkan energi listrik. Evaluasi kinerja mikrohidro dan sel surya dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1. Informasi mengenai jumlah energi yang dihasilkan dari komponen energi terbarukan dapat ditemukan pada Tabel 21.

Tabel 27 Hasil Produksi PV dan Hydro Selma 1 tahun

Komponen	Produksi (kWh)
Schneider Conext CL20000 E with generic PV	72836
Hydro	1.363.512
Total	1.436.348

$$RP = \frac{Etot\ Res}{Etot\ sys} x\ 100\%$$

$$RP = \frac{1.436.348}{1.478.502} x100\%$$

$$RP = 97\%$$

Berdasarkan perhitungan tingkat penetrasi energi terbarukan, kinerja komponen pembangkit listrik tenaga hibrida mencapai 97% dalam kontribusinya terhadap total energi listrik yang dihasilkan.

I. Payback Period

Untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal biaya pembangunan dapat digunakan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Pendapatan = totalproduksienergi\ x\ harga\ jual\ listri$$

$$Pendapatan = 1.478.502 \text{ x } \$0.03864$$

$$Pendapatan = \$57.129{,}31\ Per\ tahun$$

$$Payback\ Period = \frac{modalbiaya}{pendapatan}$$

$$Payback\ Period = \frac{\$736.779{,}98}{\$57.129{,}31}$$

$$Payback\ period = 12\ tahun\ 9\ bulan$$

Waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal biaya pembangkit listrik tenaga hybride selama 12 tahun 9 bulan

Bab IV Penutup

IV.1 Kesimpulan

Setelah mengikuti serangkaian kegiatan magang di PT PLN Nusantara Power selama 5 bulan khususnya di divisi EBT Specialist-NRE Research and Development, penulis memperoleh pemahaman tentang cara kerja perusahaan dalam mengembangkan dan penyediaan energy yang berasal dari sumber energy terbarukan lokal di Indonesia. Berdasarkan pembelajaran dan pengalaman tersebut. Berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu :

1. Pemilihan biomassa yang tepat dan pemahaman mendalam terhadap karakteristik serta kompatibilitas dengan sistem co-firig seperti kandungan moisture(kadar air), nilai kalor, kandungan lignin, kandungan elulosa, dan komposisi kimia lainnya. Analisis kualitas biomassa yang menjadi kunci keberhasilan impelementasi co-firing dalam operasi pembangkit listrik
2. Konfigurasi PLTH paling optimal diperoleh dari hasil NET Present Cost terendah, dimana NPC mencakup biaya keseleruhan sistem selama jangka waktu tertentu. Hasil simulasi homer mendapatkan konfigurasi sistem yang optimal berupa mikrohidro 100 kWp, PV 15 kWp, baterai 40 unit, Bi-Directional Inverter 96.6 kWp dengan totap NPC yaitu -$736.780 dan LCOE sebesar -$0.3864.
3. Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas pusat listrik tenaga surya yang dibutuhkan untuk menyuplai beban listrik ke masyarakat desa Long Berang sebesar 41175 kWp, setelah penyesuaikan kapasitas inverter dengan hasil simulasi PVSYST kapasitas plts yang dibangkitkan sebesar 56564 kWp.

IV.2 Saran

Sealama pelaksanaan magang ini, kami telah mendapatkan pemahaman yang mendalam dalam proses pembelajaran, namun berdasarkan pengalaman tersebut terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan, seperti :

1. Terdapat beberapa materi dan penugasan yang belum disampaikan, oleh karena itu diperlukan koordinasi bersama mentor dengan membuat workplane yang terstruktur berdasarkan kurikulum untuk mempermudah dan mempercepat proses pembelajaran
2. Terdapat beberapa parameter analisis yang belum dipahami didalam software Pvsyst dan Homer. Oleh karena itu perlu penambahan literasi dnn sesi mentoring yang terus berkelanjutan.

Dengan mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut, dapat meningkatkan efesiensi dan efektivitas pembelajaran berdasarkan kurikulum yang disudah disiapkan serta memberikan dasar yang kuat.

IV.3 Referensi

:

[1]. Ayu, G., Adnya, D., #1, P., & Lubis, N. (n.d.). *Studi Perencanaan Pusat Listrik Tenaga Surya Off Grid 50 kWp*.

[2]. Humas Pusdataru. 2016. PLTMH Merden [Online]. Available: bpusdataru-probolo.jatengprov.go.id

[3]. Manmadharo, S., S.N.V.S.K. Chaitanya, B. Venkateswara rao, dan G. Srinivasarao. 2019. Design and Optimization of Grid Integrated Solar Energy System Using HOMER Grid Software. International Journal International of IEEE. [Online]. Available:https://ieeexplore.ieee.org/document/8960118

[4]. ahputra, R., dan I. Soesanti. 2020. Planning of Hybrid MicroHydro and Solar Photovoltaic Systems for Rural Areas of Central Java, Indonesia. Hindawi Journal. [Online]. Available : https://www.hindawi.com/journals/jece/2020/5972342.

[5]. 'azizah, ana', & 'purbawanto, sugeng'. (2021). PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PV DAN MIKROHIDRO) TERHUBUNG GRID . *L Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan*, 1–5.

[6]. Misbahudin. (2021). *ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYST 7.2.0 PADA STASIUN PENGISIAN SEPEDA LISTRIK TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS BRAWIJAYA* .

[7]. Windarta, jaka, Sinuraya, enda, Denis, Mahardika, darell, & Muammar, ilham. (n.d.). *Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid untuk Supply Listrik pada Lingkungan Bank Perkreditan Rakyat Pedesaan di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara ditinjau dari Teknis dan Ekonomi Teknik. 10*.

Bab V Lampiran A. TOR

- Kurikulum Program Magang

1. KURIKULUM PROGRAM MAGANG KAMPUS MERDEKA

1.1 EBT SPECIALIST – NRE R&D

1.1.1. DESKRIPSI

EBT Specialist ini akan mengembangkan kompetensi mahasiswa tentang pengelolaan sistem EBT (Energi Baru Terbarukan) dan memberikan pengetahuan dan ketrampilan dalam manajemen sumber daya pengolahan bahan baku, pembangkit listrik, efisiensi dan konservasi energi serta mampu memanfaatkan teknologi sebagai sumber belajar. Program ini dilaksanakan dengan menggunakan strategi pembelajaran berbasis proyek meliputi In Class Training dan Shadowing untuk mempelajari proses bisnis secara holistik, proses bisnis di bidang EBT (Energi Terbarukan) dan job experience didampingi mentor/co mentor berpengalaman. Penilaian menggunakan 2 (dua) aspek yaitu evaluasi perilaku dan evaluasi hard competency. Internship akan dilaksanakan di Bidang Technology Development and Asset Management Kantor Pusat Surabaya

1.1.2. TUJUAN

Setelah mengikuti program ini peserta diharapkan lebih mampu mengimplementasikan dan menguasi bidang keilmuannya dengan ikut terlibat dalam pekerjaan terkait operasional Pembangkit EBT. Dimana nantinya siswa mendapatan pengalaman kerja sebagai bekal saat telah lulus dari perguruan tinggi.

1.1.3. PERSYARATAN PESERTA

a. Mahasiswa D3/D4/S1 (Teknik Mesin,Teknik Elektro, Teknik Kimia, Teknik Informatika, dan Jurusan Sejenis)
b. Minimal semester 4 untuk jenjang D3 dan minimal semester 6 untuk jenjang D4/S1
c. Bersedia melaksanakan magang di lokasi penempatan magang
d. Mampu mengoperasikan aplikasi Zoom Meeting dan Microsoft Office (word, powerpoint, excel)
e. IPK minimal 3.00
f. Sehat jasmani dan rohani
g. Memiliki kemampuan komunikasi, analisis, semangat belajar dan intergitas yang tinggi

1.1.4. HUBUNGAN DENGAN STANDAR KOMPETENSI PERUSAHAAN

Program ini disusun berdasarkan kebutuhan pengetahuan dan keterampilan yang mendukung standar kompetensi dalam pengelolaan SDM, khususnya di bidang EBT

1.1.5. METODE PEMBELAJARAN

Self Learning, Group Discussion, Practice, Action learning and project execution

1.1.6. LINGKUP PEMBELAJARAN

A. MATERI UMUM

No.	Materi Pembelajaran	Durasi (Minggu)
1	Pengenalan Probis dan struktur organisasi PT PLN Nusantara Power (korporat dan unit setempat)	1
2	Dasar- dasar K3 dan K2	
TOTAL		

B. MATERI KHUSUS

No.	Area	Materi Pembelajaran	Durasi (Minggu)
1	Probis Research & Development	Pengembangan teknologi ketenagalistrikan	
2		Pengembangan produk keteknikan	

Copyright PT PLN (Persero). Dilarang menggandakan, menyebarkan dan menggunakan tanpa seijin PT PLN Nusantara Power

3		Pembuatan Kajian Kelayakan / *feasibility studies*	
4		Future electricity technology	
5		Performance pembangkit	
6	Operasional Software Perencanaan	Mengoperasikan Software perencanaan (PVSyst, DIGSilent, HOMER, CFD (ANSYS))	
7	Monitoring R&D	Monitoring aktivitas R&D berbasis sistem informasi	
8		Monitoring Pembangkit EBT	
TOTAL			

Catatan :

* Peserta magang akan mendapatkan pembelajaran materi umum

** Pembelajaran Materi Khusus akan diberikan sesuai program magang yang diikuti

Peserta mengambil paket pembelajaran dengan skema :

Total Materi Pembelajaran = Matri (Umum dan Khusus) + Materi On Job Training

1.1.7. STRATEGI PELAKSANAAN

Program dilaksanakan dengan metode blended learning sebagai berikut :

1. In-Class Training

   Materi pembekalan tentang *Company Knowledge*, soft skill dan hard skill yang berguna untuk pelaksanaan program magang Kampus Merdeka bagi para peserta.

2. On job training

   Peserta akan dilibatkan secara aktif dalam *morning meeting, group discussion, shadowing*, membuat *work plan* dan eksekusi *project*. *Evidence* pelaksanaan dituangkan dalam laporan kegiatan

3. Asesmen

   Peserta program Magang Kampus Merdeka " Perijinan, Pertanahan & ROW " akan mengikuti asesmen penilaian di akhir periode untuk menilai peningkatan pengetahuan, skill dan juga project yang telah mereka kerjakan selama periode magang untuk nantinya bisa dinyatakan lulus apabila dapat melampui batas kriteria yang ditentukan.

1.1.8. EVALUASI MAGANG

Evaluasi pelaksanaan magang diberikan setelah mengikuti masing-masing tahapan pembelajaran dan praktek melalui penilaian observasi, presentasi dan wawancara

1.1.9. SERTIFIKAT INDUSTRI

Sertifikat diberikan pada akhir program berupa sertifikat magang

Copyright PT PLN (Persero). Dilarang menggandakan, menyebarkan dan menggunakan tanpa seijin PT PLN Nusantara Power

- Letter Of Acceptance Magang Kampus merdeka Batch 5

PLN

KANTOR PUSAT

Nomor : 47770/STH.01.04/F01080200/2023 Agustus 2023
Lampiran : 1 Set
Sifat : Segera
Hal : Letter of Acceptance Magang Kampus Merdeka Batch 5 2023

Kepada

Yth. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi
Jl. Jenderal Sudirman, Pintu Satu, Senayan, Jakarta 10270

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Dedi Budi Utomo
Jabatan : Executive Vice President Pengembangan Talenta
Nama Perusahaan : PT PLN (Persero)

Selaku penanggungjawab Program Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Kampus Merdeka Angkatan 5 periode tahun 2023, dengan ini menyatakan bahwa nama-nama terlampir merupakan peserta program Magang di PLN Group dengan pelaksanaan pada 14 Agustus - 31 Desember 2023.

Demikian surat ini kami sampaikan sebagai kelengkapan syarat administrasi program MSIB Angkatan 5 periode tahun 2023 dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditandatangani secara elektronik oleh
EVP PENGEMBANGAN TALENTA,

PLN DEDI BUDI UTOMO

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN)

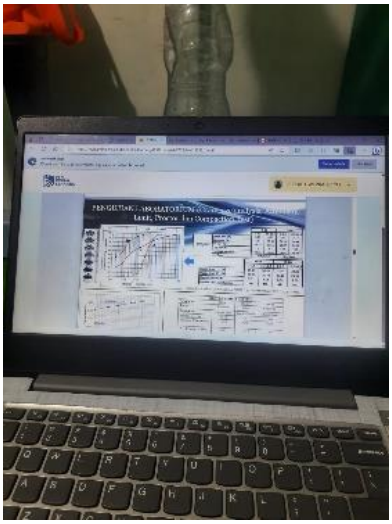
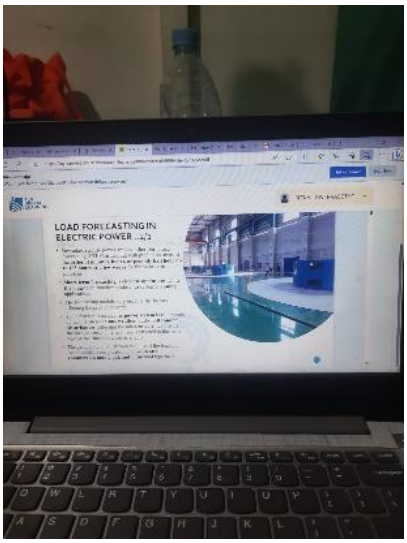
Jl. Trunojoyo Blok M/135 Kebayoran Baru Jakarta 12160
T (021) 7261875, 7261122, 7262234, 7251234, 7250550
F (021) 7221330, 7397150 W www.pln.co.id

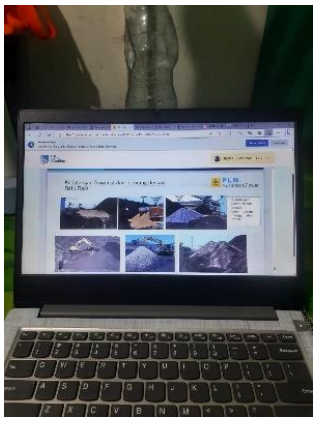
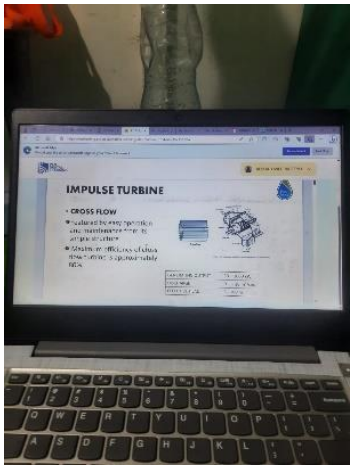
NO	ID Kegiatan	Nama Lengkap	NIK	Asal Perguruan Tinggi	Program Studi	Program (Magang / Studi Independen)	Posisi	Durasi Magang/SI (dd/mm/yyyy) - (dd/mm/yyyy)	Metode Pelaksanaan (Luring / Bauran / Daring)	Bantuan Biaya Hidup (BBH) (Mengajukan / Tidak)	Nominal BBH per bulan yang diajukan
1	6581374	FADHIL PRATAMA PUTRA	3603162803010001	Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara	Teknik Mesin	Magang	Pemeliharaan PLTG MPP Parit Baru (PT PLN Batam)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
2	6538158	Rhana Sadhika Ady	3373011805010002	Universitas Negeri Yogyakarta	Pendidikan Teknik Elektro	Magang	Pemeliharaan PLTG MPP Jeranjang	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
3	6457625	ADISA CLARISA JASMINE	3201026412020001	Universitas Pertamina	Teknik Lingkungan	Magang	Pengelolaan K3L (PT PLN Batam)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
4	6322725	Muhammad Ridwan	1306090411000001	Universitas Bung Hatta	Teknik Industri	Magang	Pengelolaan K3L PLTG MPP Gunung Sitoli	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
5	6136807	SYIAR MULYA AHMAD PRATIKNYO	1609012001020007	Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara	Teknik Mesin	Magang	Pemeliharaan PLTG MPP Parit Baru (PT PLN Batam)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
6	5991619	FAUZIYAH AULIA RAHMA	3175054609010002	Universitas Diponegoro	Administrasi Bisnis	Magang	Contract Administration	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
7	7018393	ADI MARCELINO NABABAN	1201030701020004	Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara	Teknik Mesin	Magang	EBT Specialist-Cofiring PLTU	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
8	7079091	Iqbal Riki Aldi	3329151606980004	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Teknik Elektro	Magang	EBT Specialist - PLTA Kapasitas Besar	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
9	7041232	MUHAMMAD AHNAF FIRMANSYA	3374041406020002	Universitas Diponegoro	Teknik Listrik Industri	Magang	EBT Specialist-Cofiring PLTU	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
10	6775168	ILHAM AMMARUL AZIZ	3525163012010001	Universitas Udayana	Teknik Elektro	Magang	EBT Specialist - PLTA Kapasitas Besar	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
11	6724018	RAJAB SATRIO BUDI	3374040310020001	Universitas Diponegoro	Rekayasa Perancangan Mekan	Magang	EBT Specialist-Cofiring PLTU	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
12	6366040	RIZKY UNDARIS	3204322103020020	Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara	Teknik Mesin	Magang	EBT Specialist - PLTA Kapasitas Besar	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
13	6200176	DWIRIANSYAH ABDILAH	1571023112020041	Universitas Sriwijaya	Teknik Elektro	Magang	EBT Specialist-Solar PV	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
14	6174649	ALDEVA DESNANDRI	3308041804020003	Universitas Gadjah Mada	Teknologi Rekayasa Mesin	Magang	EBT Specialist-Cofiring PLTU	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
15	6099906	ILHAM WAHYUDI	1471063110010001	Universitas Riau	Teknik Elektro	Magang	EBT Specialist-Solar PV	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
16	6023255	RIRIS DESTALIA	3578016612010002	Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa	Teknik Industri	Magang	EBT Specialist - NRE Research and Development	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
17	6022857	DZIKRI ILHAM HABIBIE	1209221809030001	Politeknik Negeri Medan	Elektronika	Magang	EBT Specialist-Solar PV	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
18	6017011	BAGAS ARYO DANANJOYO	3308072101020004	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Teknik Elektro	Magang	EBT Specialist - NRE Research and Development	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
19	5991698	RIZKAL DWI PRASETYO	3215052510020002	Universitas Gadjah Mada	Teknologi Rekayasa Instrumen	Magang	EBT Specialist - NRE Research and Development	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
20	5989504	SYIFA FATIMA ZAIN	3313056709010001	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Teknologi Rekayasa Instrumen	Magang	EBT Specialist-Cofiring PLTU	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
21	7091492	Fathya Sofia Said	3174046908020005	Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakar	Ilmu Hukum	Magang	Pembebasan Lahan & ROW	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
22	6234082	SUDRAZAT	3276020607020009	Universitas Mercu Buana	Teknik Elektro	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
23	7075476	FARIQ HUZAIR	3273131406010004	Institut Teknologi Nasional Bandung	Teknik Elektro	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
24	6166378	DHEA AMANDA FADHILAH	3209206203020003	Universitas Islam Bandung	Ilmu Komunikasi	Magang	Pembebasan Lahan & ROW	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
25	6018438	Rahmatika Mutiara Atsalitsa Lukm	3205124902010004	Universitas Padjadjaran	Sosiologi	Magang	Pembebasan Lahan & ROW	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
26	6854710	MOH. ARAFAT	7271010803020005	Universitas Tadulako	Teknik Sipil	Magang	Pembebasan Lahan & ROW	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
27	6266873	Rosalia Nurhasanah	5271016505010001	Universitas Mataram	Teknik Elektro	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
28	6263717	DENY VERNANDA	3523172312010003	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Teknik Elektro	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
29	6233740	ANGGRENI PUTRI UTAMI	7372036301020002	Universitas Halu Oleo	Teknik Elektro	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
30	6423838	FRANSISCUS YOHANNES SINAGA	1272081601020001	Universitas Bengkulu	Ilmu Komunikasi	Magang	Pembebasan Lahan & ROW	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
31	6169824	M. KURNIADI	1312083010010001	Politeknik Negeri Padang	Teknologi Rekayasa Instalasi L	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
32	6068803	MARIA FEBI ANGELINA SIMANJUN	1271036204030004	Politeknik Negeri Medan	Manajemen Rekayasa Konstru	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
33	6059534	Hanifa Maulida Nasution	1277025505020008	Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakar	Ilmu Hukum	Magang	Pembebasan Lahan & ROW	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
34	6040257	LUTVIA ARMALIANY	1371106208020006	Politeknik Negeri Padang	Teknologi Rekayasa Instalasi L	Magang	Supervisi & Evaluasi Konstruksi	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
35	6636167	NADIATULJANAH	7208084108020001	Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara	Teknik Elektro	Magang	EBT Specialist-Solar PV	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
36	7105224	LUTHFY NADHIFAH AGUSTINA	3174064108021001	Universitas Muhammadiyah Jakarta	Manajemen	Magang	OFFICER KINERJA PEGAWAI (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
37	6998720	BAHRUL SETIA ADHI	7306072104020002	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Sistem Informasi	Magang	TECHNICIAN PEMELIHARAAN DISTRIBUSI (PT HALEYO	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
38	6956236	Dinda Wenidita	3172024505030002	Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakar	Manajemen	Magang	OFFICER PEMASARAN (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
39	6860998	TALITHA SAHDA SALSABILLA	3326126212010001	Universitas Diponegoro	Manajemen	Magang	OFFICER TATA KELOLA (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
40	6841206	Nindhita Putri Fiskalia	3201024303020008	Universitas Indonesia	Akuntansi	Magang	OFFICER AKUNTANSI BIAYA DAN PELAPORAN KEUANG	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
41	6814185	FARAH DEVINA	3373045011010001	Institut Komunikasi Dan Bisnis LSPR	Ilmu Komunikasi	Magang	OFFICER KOMUNIKASI PERUSAHAAN (PT HALEYORA P	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
42	6710961	Alif Ahmad Tamir	3276041003010007	Universitas Padjadjaran	Ilmu Administrasi Bisnis	Magang	OFFICER PEMASARAN (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
43	6646788	Amanda Sisca Patricia	3275056306020009	Universitas Negeri Jakarta	Akuntansi Sektor Publik	Magang	OFFICER PEMBAYARAN	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
44	6575548	INDY ISTIQAMAH NURLATIFA	7372026909020001	Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara	Teknik Informatika	Magang	OFFICER INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI INFORMASI (PT	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
45	6525421	Annisa Oktafiani	3175085610010001	Universitas Negeri Jakarta	Akuntansi Sektor Publik	Magang	OFFICER PEMBAYARAN	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
46	6495727	ROSALITA FATIMA UGDAMINA	3603234912010003	Universitas Bina Nusantara	Ilmu Hukum	Magang	OFFICER HUKUM KONTRAK (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
47	6481541	JAGAD FEBRIAN PUTRA	3275042202010011	Universitas Diponegoro	Administrasi Publik	Magang	OFFICER BUDAYA (PT Haleyora Power)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
48	6069056	Shehaanmakya Muhammad Sutoy	3174060907020008	Universitas Indonesia	Sistem Informasi	Magang	OFFICER ADMINISTRASI SDM (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
49	6029859	MITA REGINA DEWANTI	3505175905020001	Universitas Brawijaya	Administrasi Publik	Magang	OFFICER HUKUM KONTRAK (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
50	6003657	Fadli Priyono	3515160210010002	Universitas Ciputra Surabaya	Manajemen	Magang	OFFICER KINERJA KORPORAT (PT HALEYORA POWER)	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
51	5988983	PRAYOGO ANGGIT SAMPURNO	3313041812010001	Universitas Gadjah Mada	Teknologi Rekayasa Elektro	Magang	TECHNICIAN PEMELIHARAAN DISTRIBUSI (PT HALEYO	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
52	6677576	TERESA SHEILA DINDA	3175095906000007	Universitas Pertamina	Ilmu Komputer	Magang	IT Development System	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000

NO	ID Kegiatan	Nama Lengkap	NIK	Asal Perguruan Tinggi	Program Studi	Program (Magang / Studi Independen)	Posisi	Durasi Magang/SI (dd/mm/yyyy) - (dd/mm/yyyy)	Metode Pelaksanaan (Luring / Bauran / Daring)	Bantuan Biaya Hidup (BBH) (Mengajukan / Tidak)	Nominal BBH per bulan yang diajukan
53	7069007	BHARA AYONG PURNA MUSTIKA	3312021403010002	Universitas Bina Sarana Informatika	Ilmu Komputer	Magang	IT Development System	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
54	7060829	Muhammad Naufal Agisya	1271031807020001	Universitas Padjadjaran	Statistika	Magang	SCM Data Analyst	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
55	6745091	MUHAMMAD RIFQI AKMAL	1207262003010006	Universitas Riau	Matematika	Magang	Facility Data Analyst	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
56	6678215	ROBIN KENOBI	3216061809020033	Universitas Pertamina	Ilmu Komputer	Magang	IT Development System	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
57	6571403	Priskila	1507104903020001	Universitas Padjadjaran	Matematika	Magang	SCM Data Analyst	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
58	6094536	Harya Vandika Daniswara	3174091608010005	Universitas Indonesia	Manajemen	Magang	Facility Data Analyst	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000
59	6002529	ANGGA SULISTIANGGA	3173021907021001	Politeknik Negeri Jakarta	Teknik Informatika	Magang	IT Development System	01/08/2023 - 31/12/2023	Luring	Mengajukan	2.800.000

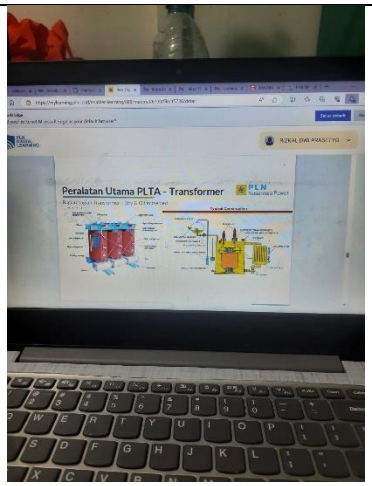
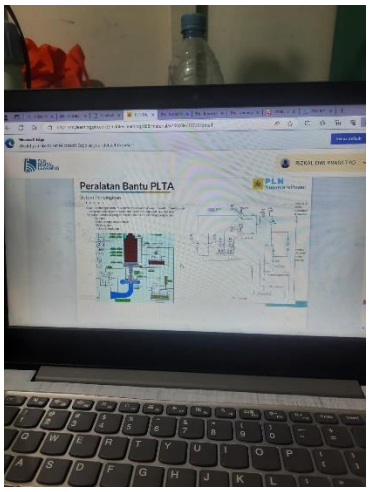
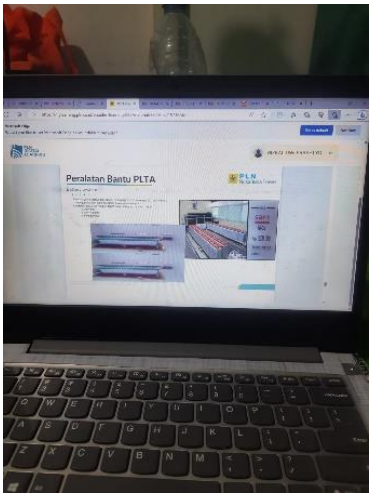
Bab VI Lampiran B. Log activity

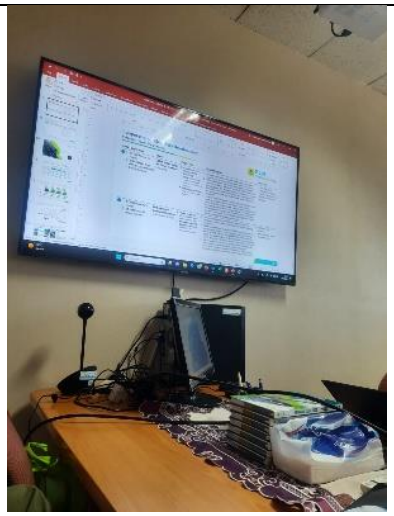
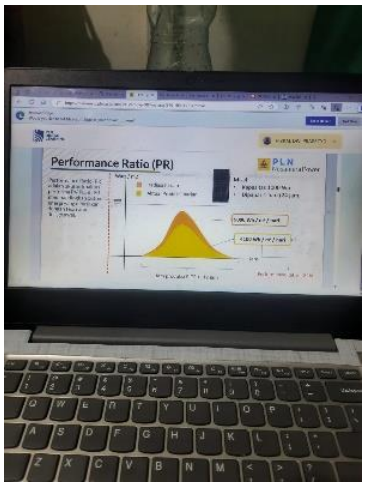
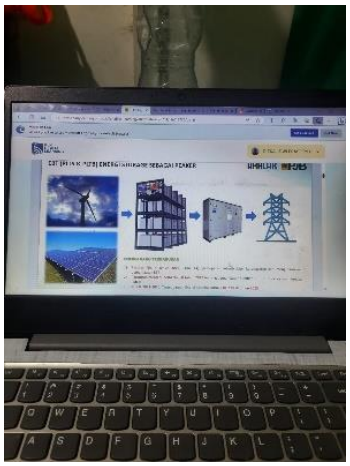
Minggu/Tgl	Kegiatan	Hasil
Minggu 1/14-18 Agustus 2023	Senin,14 Agustus 2023 Mencari informasi perusahaan dan job descpriptiion pada divisi EBT Specialist Research & Development Selasa,15 agustus 2023 - Mencari informasi perusahaan dan job descpriptiion pada divisi EBT Specialist Research & Development - Belajar Mandiri tentang PV Rabu,16 agustus 2023 - Belajar Mandiri tentang PV Kamis, 17 Agustus 2023 - Mencari informasi perusahaan dan belajar mandiri Jumat, 18 Agustus 2023 - Mencari informasi perushaan dan belajar mandiri	
Minggu 2/21-25 agustus 2023	Senin, 21 Agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst, adapun materi nya adalah DEMAND FORECASTING,POWER DEMAND FORECASTINGPROBLEM FACING THE ELECTRICITY INDUSTRY,	

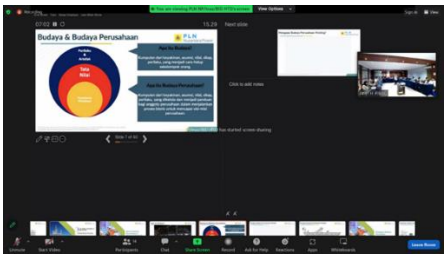
	TECHNOLOGY OPTIONS AVAILABLE TO THE ELECTRICITY INDUSTRY, THE PLANNING PROCESS Selasa,22 agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst, adapun materi yang diperlajari IMPACT OF WEATHER IN LOAD FORECASTING, PEAK LOAD FORECASTING, dan FACTORS AFFECTING LOAD FORECASTING Rabu, 23 Agustus 2023 1. Mengiikuti onboarding program kampus merdeka PLN Grup 2. Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst STUDI GEOLOGIDANGEOTEKNIK BENDUNGAN -PLTA – PLTM, adapun materi yang dipelajari yaitu studi literatur code SNI, GEOLOGIREGIONALDAN TEKTONIK SULAWESI, TahapanAsesmentSeismic Hazard Analysis, dan MEKANIKA BATUAN(KLASIFIKASI MASSA BATUAN) Kamis,24 agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN catalyst, adapun materinya sebagai berikut PENGUJIAN LABORATORIUM (Grain size analysis,	 

	AttenbergLimit, Proctor dan Compaction Test), PETA GEOLOGI-GEOTEKNIKAREA BENDUNGAN PLTA POSO-1 dan Slope Stability Analysis Kondisi Jum'at,25 agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst materi analisis dampak lingkungan, sebagai berikut konsep dasar analisis mengenai dampak lingkungan, penyusunan amdal, dan penyusunan dokumen amdal.	
Minggu 3/28-1 September 2023	Senin,28 agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN catalyst, adapun materinya DESIGN OF ELECTRO-MECHANICALSELECTION AND DESIGN OF TURBINE sebagai berikut TURBINE TYPE, IMPULSE TURBINE (Pelton dan Turgo) dan Reaction Turbine (Francis dan Propeller) Selasa,29 agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst, adapun materinya DESIGN OF ELECTRO-MECHANICALSELECTION AND DESIGN OF TURBINE sebagai berikut DESIGN STANDARD AND REFERENCE, INSTALLED CAPACITY CALCULATION, (Basic site data dan Basic Site	 

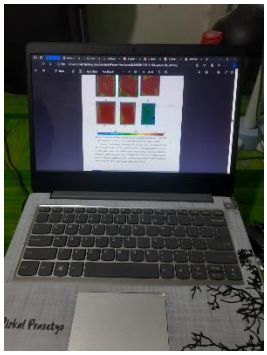
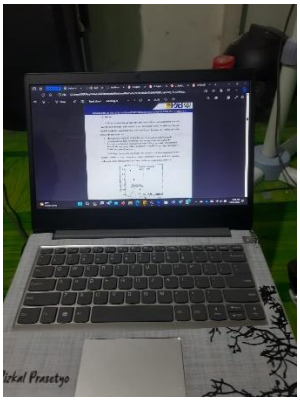
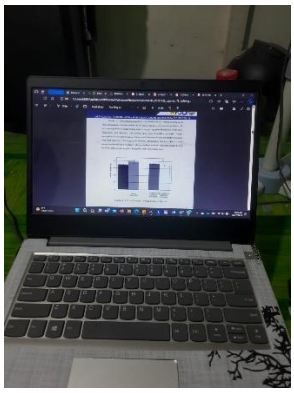
	Output) dan Unit speed calculation Rabu, 30 Agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst adapun materinya sebagai berikut BASIC DIMENSION (FRANCIS) (DETERMINATION OF DISCHARGE DIAMETER (D3), DETERMINATION OF RUNNER DIAMETER dan DRAFT TUBE Kamis, 31 Agustus 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst adapun materinya Co-firing sebagai berikut PertimbanganPelaksanaanCo-Firing , ManfaatCofiring, PotensiCo-firing di Indonesia, Direct Co-Firing dan Indirect Co-firing Jum'at, 1 Sep 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst, adapun materinya Co-firing sebagai berikut PararelCo-Firing, PossibleBiomass Fuel, Proses ProduksiWood Pellet, BahanBakar Biomass dan DraxPower Plant	
Minggu 4/ 4-8 September 2023	Senin, 4 September 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst, adapun materinya Co-Firing Sebagai berikut Slagging Index, memahami hasil simulasi Cofiring 5%, MetodePengujianCo-Firing,Parameter Operasi	

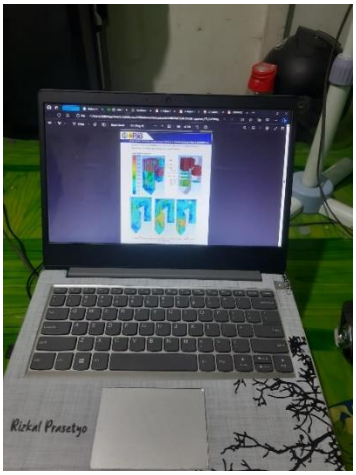
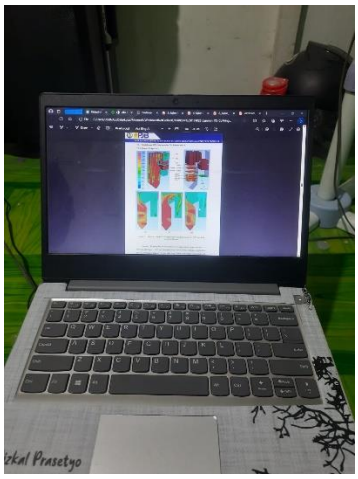
	Boiler PC, dan Parameter Operasi Boiler CFB Selasa, 5 September 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst, adapun materinya Co-Firing Sebagai berikut Parameter Operasi Boiler Stoke Rabu, 6 September 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst adaput materinya pusat listrik tenaga air (PLTA) sebagai berikut Keuntungan & Kerugian PLTA, Klasifikasi PLTA – Menurut Alirannya, Klasifikasi PLTA –Menurut Tinggi Jatuhnya, dan Peralatan utama PLTA Kamis, 7 September 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst adapun materinya sebagai berikut :Peralatan Bantu PLTA :(Sistem Minyak Bertekanan), Sistem Udara/Gas Bertekanan, Sistem Governor, Sistem Excitasi & AVR, Sistem pelumasan. Jum'at, 8 September 2023 Pembelajaran melalui self learning didalam web PLN Catalyst adapun materinya pusat listrik tenaga air (PLTA sebagai berikut peralatan bantu PLTA (Sistem Pendinginan, Drainage & Dewatering System, Emergency Plant,	  

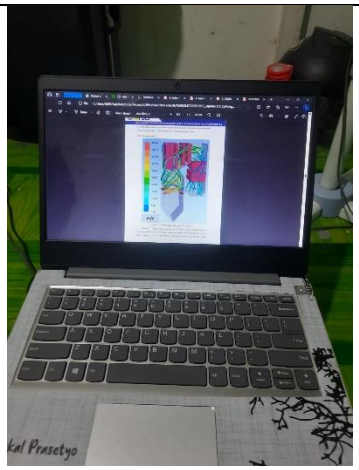
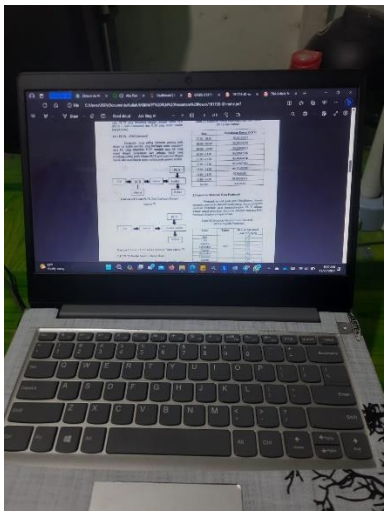
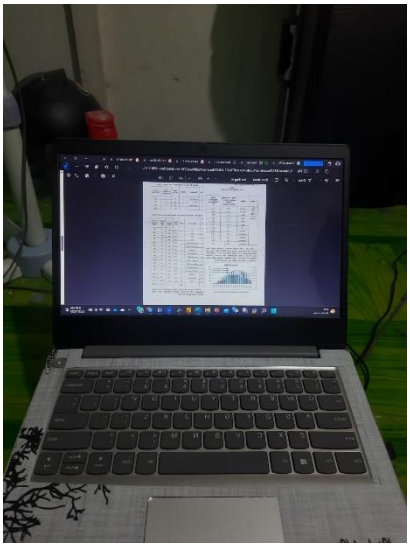
	Battrey Sistem, System Angkat Angkut, System Switchgear,)	
Minggu 5/11-15 September 2023	Senin, 11 September 2023 Mengikut acara pembukaan perdana program kampus merdeka 2023 PLN Grup Selasa, 12 September 2023 Pembelajara Self Learning didalam web PLN Catalyst, adapun materi DAMPAK BAHAN BAKAR FOSIL DAN PERUBAHAN IKLIM sebagai berikut : Bahan bakar fosil, karakteristik bahan bakar fosil, Hasil pembakaran bahan bakar fosil, dan globar warming effect, pengenalan energi matahari, radiasi iradiasi, Peak sun hours, Performa ratio, solar modul type Rabu, 13 September 2023 Studi literatur materi co-firing, hasil Analisa karakteristik pengujian high co-firing rate cangkang kelapa sawit di PLTU Air Anyir Bangka 2x25 MW Kamis, 14 September 2023 Studi literatur hasil pengujian Analisa karakteristik pengujian high co-firing rate cangkang kelapa sawit di PLTU Air Anyir Bangka 2x25 MW , dan Analisis karakteristik pengujian co-firing woodchip sampah kayu di PLTU Balik Papan	  

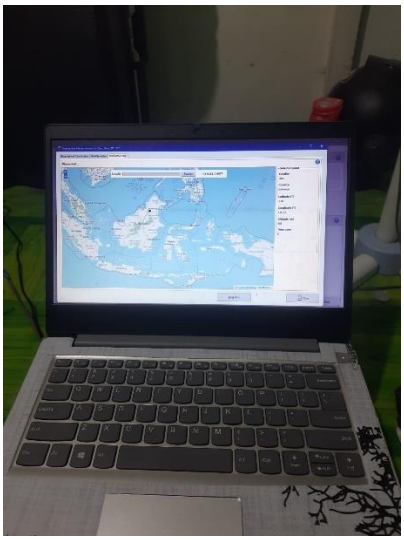
	Jum'at, 15 September 2023 Pembelajaran studi literatur dengan materi kajian bawean Smart Grid System 2023 yaitu : 1. Struktur IoT pada jaringan smart grid 2. Transformator tipe Through-hole	
Minggu 6/18-22 September 2023	Senin, 18 September 2023 - Pembelajaran studi literatur dengan materi kajian bawean Smart Grid System 2023 yaitu : 1. Struktur IoT pada jaringan smart grid 2. Transformator tipe Through-hole 3. komponen dasar phasor Measurement Unit 4. Tampilan sistem kontrol pemantauan sistem pembangkit 5. PV power plant control function blok diagram - Kemudian pembelajaran kedua yaitu kajian brantas smart generation system 2022, adapun materi nya adalah 1. Sistem tenaga listrik 2. Distributed Generation and storage 3. Sistem pembangkit dan distribusi 4. perhitungan parameter listrik dasar dalam sistem fase tunggal sinusoidal -Mengikut zoom penyampaian safety induction dan budaya perusahan di PLN Nusantara Power Selasa, 19 September 2023	

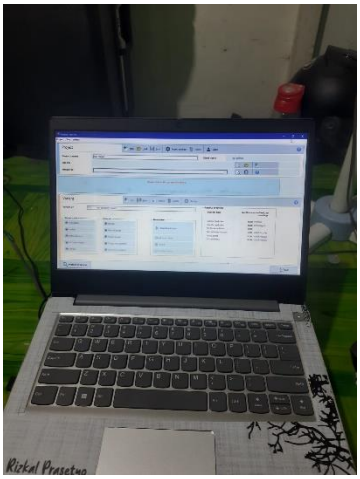
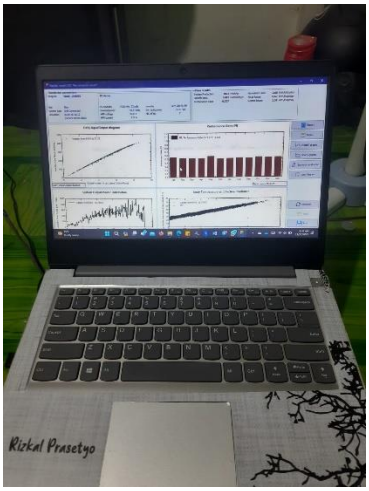
	Studi literatur Kajian kelayakan cofiring biomassa pada PLTU batubara tipe pulverized coal (PC) 1. Biomassa wood pallet (proses pembuatan wood pallet dan parameter karakteristik wood pallet) 2. Biomassa solid refused fuel (SRF) dan Refused derived fuel (Proses pembuatan dan parameter karakteristik pada SRF dan RDF Rabu, 20 September 2023 Studi literatur KKO Co-firing dengan menggunakan biomassa wood pallet pada PLTU Paiton -Parameter operasi -Parameter Kinerja operasi -Parameter ketersediaan biomassa Kamis, 21 September 2023 Studi literatur KKO Cofiring dengan menggunakan biomassa wood pallet pada PLTU Indramayu -Parameter operasi -Parameter Kinerja Operasi (specific fuel consumpsion dan emisi gas buang) -Parameter ketersediaan biomassa Jum'at, 22 September 2023 Studi literatur KKO Cofiring dengan menggunakan biomassa wood pallet pada PLTU Rembang - Parameter operasi -Parameter Kinerja Operasi	

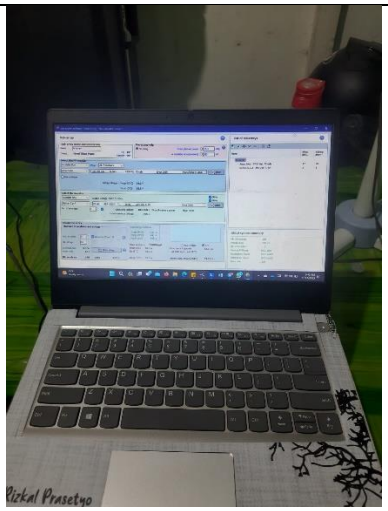
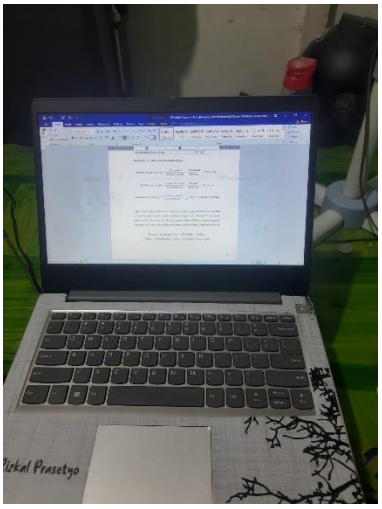
	- Parameter ketersediaan biomassa	
Minggu 7/25-29 September 2023	Senin, 25 September 2023 Hasil kajian cofiring bahan bakar batu bara dengan biomassa pada PLTU Paiton 1-2 analisa operasional - Pengujian Grinding - slagging fouling - Korosi - utilasi ash Selasa, 26 September 2023 Hasil kajian cofiring bahan bakar batu bara dengan biomassa pada pltu paiton 1-2 -Primary air heater - Coal Pipe Arragenment - Tangential Firing Rabu, 27 September 2023 Hasil Kajian Coforing bahan bakar batu bara dengan biomassa pada PLTU paiton 1-2 -Properti bahan bakar - Boadaring Condition (Beban tube wall dan beban superheater) Kamis, 28 September 2023 Jum'at 29 September 2023 Hasil Kajian co-firing bahan bakar batubara dengan biomassa pada PLTU paiton 1-2 - Hasil simulasi pembebanan 100% batubara, dan pembebanan batubara 95%, dengan biomassa mill kelas ABCDE (Kontur temperatur, kontur kecepatan, emisi gas buang)	  

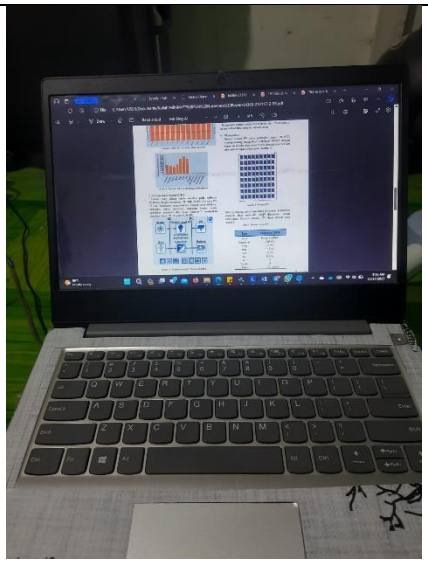
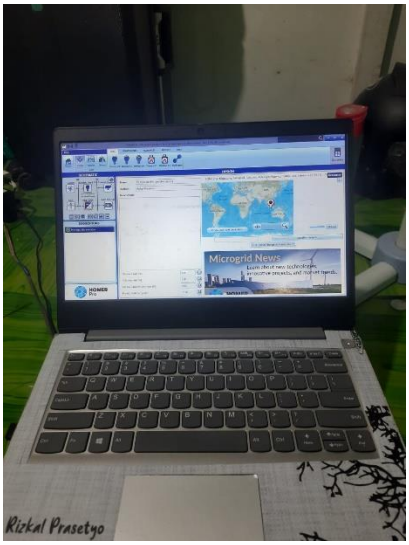
Minggu 8/ 2-5 Oktober 2023	Senin,2 oktober 2023 Mempelajari hasil simulasi kajian cofiring bahan bakar dengan biomassa pada PLTU Paiton dengan pembebanan bahan bakar 95% batu bara dan 5% biomassa mill E -kontur temperatur -kontur kecepatan -pathline aliran -emisi gas buang Selasa,3 oktober 2023 Mempelajari hasil simulasi kajian cofiring bahan bakar dengan biomassa pada PLTU Paiton dengan pembebanan bahan bakar 99% batu bara dan 1% biomassa mill C -kontur temperature -kontur kecepatan -pathline aliran -emisi gas buang Rabu,,4 oktober 2023 Mempelajari hasil simulasi kajian cofiring bahan bakar dengan biomassa pada PLTU Paiton dengan pembebanan bahan bakar 97% batu bara dan 3% biomassa mill B,C,D -kontur temperatur -kontur kecepatan -pathline aliran -emisi gas buang Kamis,5 oktober 2023 Mempelajari hasil simulasi kajian cofiring bahan bakar dengan biomassa pada PLTU Paiton dengan pembebanan bahan bakar 98% batu bara dan 2% biomassa millB,C -kontur temperatur -kontur kecepatan -pathline aliran	 

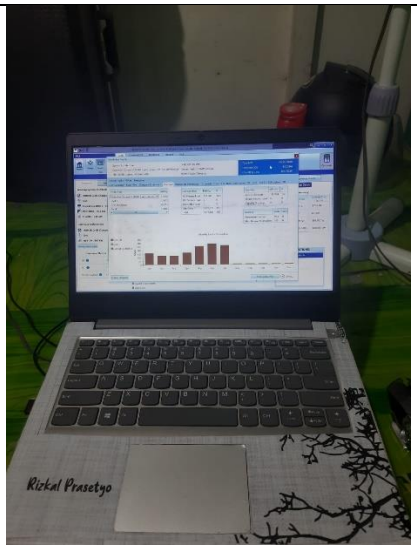
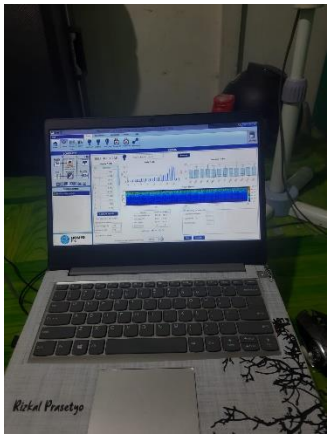
	Jum at,6 oktober 2023 Mempelajari hasil simulasi kajian cofiring bahan bakar dengan biomassa pada PLTU Paiton dengan pembebanan bahan bakar 96% batu bara dan 4% biomassa mill A,B,C,D -kontur temperature -kontur kecepatan -pathline aliran -emisi gas buang	
Minggu 9/9-13 Oktober 2023	senin, 9 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mencoba untuk mencari studi kasus dari jurnal-jurnal terkait tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga panel surya on grid/off grid Selasa, 10 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melanjutkan untuk mencari studi kasus dari jurnal-jurnal terkait tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga panel surya off-grid/on grid Rabu, 11 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mempelajari perhitungan kapasitas panel surya yang dilihat dari speksifikasi yang dibutuhkan dari perencanaan tenaga surya off grid 150kWp Kamis, 12 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, melanjutkan untuk mencari total data pola beban masyarakat perharinya	 

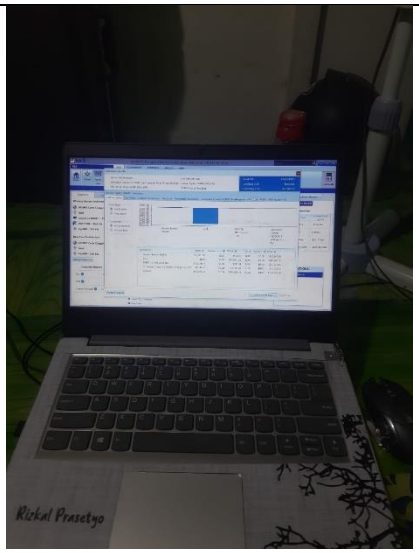
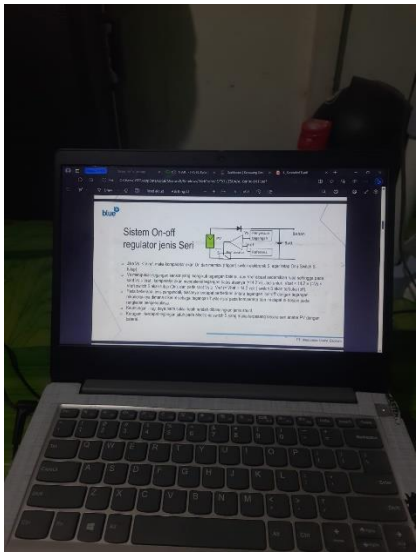
	dengan dilihat dari masing masing tempat yaitu beban kantor desa, beban kantor camat, dsb Jum'at, 13 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami menetapkan menggunakan kapasitas batre sebesar 2V kapasitas 2000Ah panel surya sebesar 350 wP, kemudian kami menghitung array pada batre dan array pada panel surya yang digunakan untuk melihat seberapa besapa besar daya panel surya yang dapat dihasilkan. dalam kasus batre kami merencanakan untuk konsumsi 4 hari tanpa matahar	
Minggu 10/ 16-20 Oktober 2023	Senin, 16 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melanjutkan perhitungan daya yang dihasilkan panel surya selama 1 tahun dengan toleransi sebesar minimal lebih besar 1 mWp dari kebutuhannya Selasa, 17 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, setelah melakukan perhitungan, saya mencoba untuk menginstall pvsyt dan mempelajari setiap parameter yang perlu dimasukkan Rabu, 18 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melanjutkan untuk mempelajari setiap	

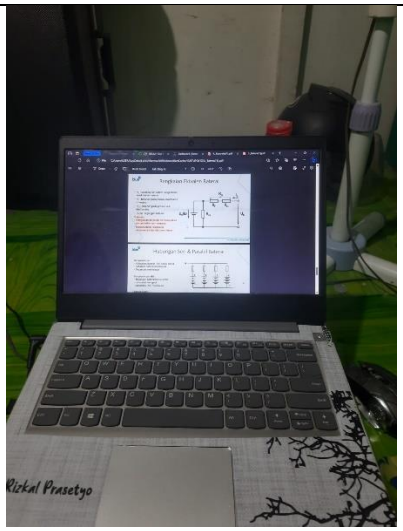
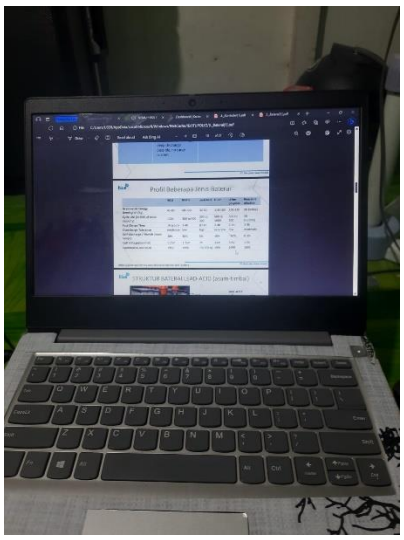
	parameter yang perlu dimasukkan didalam pvsyt Kamis, 19 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melanjutkan untuk mempelajari setiap parameter yang perlu dimasukkan didalam pvsyt Jum'at, 20 oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mencoba untuk memasukkan titik koordinat di desa long berang, mendapatkan data meteorologi desa, mencari jenis panel surya, inverter dan batre yang dapat memenuhi kebutuhan didalam pvsyst	
Minggu 11/23-27 Oktober 2023	Senin, 23 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melakukan perhitungan ulang setiap komponen berdasarkan tingkat rata rata energi radiasi matahari harianmya Selasa,24 oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melanjutkan perhitungan ulang setiap komponen berdasarkan tingkat rata rata energi radiasi matahari harianmya Rabu, 25 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini kami memasukkan semua data parameter yang direncanakan seperti beban harian, jenis panel surya, inverter, batre, array PV dan Array Batre	

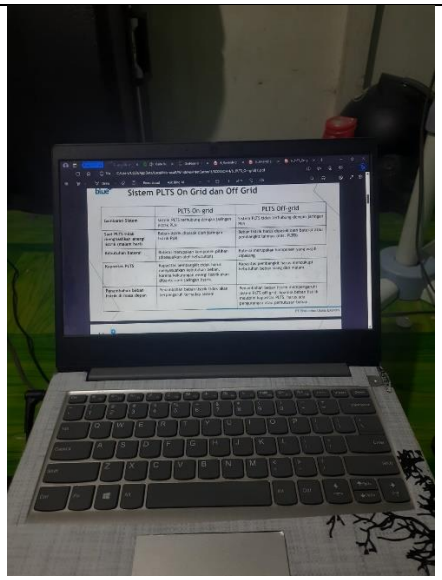
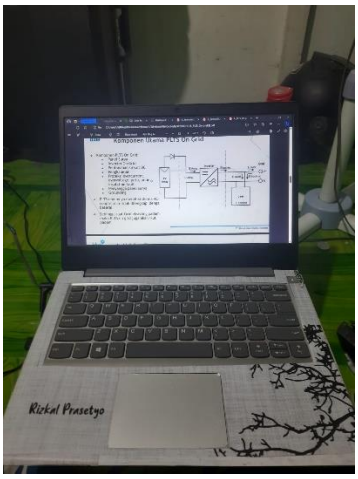
	Kamis, 26 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mensimulasikan perencanaan tersebut dan didapatkan performa ratio sebesar 50% dan panel surya mampu produksi pertahun mencapai 56564 kwH/tahun dari beban 55370 kWh/tahun Jum'at, 27 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, saya mencoba untuk mencari studi kasus dari berbagai jurnal dalam perencanaan pembangkit hybride menggunakan aplikasi homer	 
Minggu 12/30-3 November 2023	Senin, 30 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, saya melanjutkan untuk mencari studi kasus dari berbagai jurnal dalam perencanaan pembangkit hybride menggunakan aplikasi homer Selasa,31 Oktober 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mencoba untuk menginstall homer dan mempelajari parameter-parameternya	

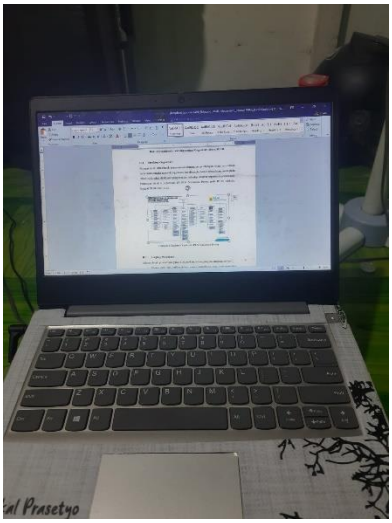
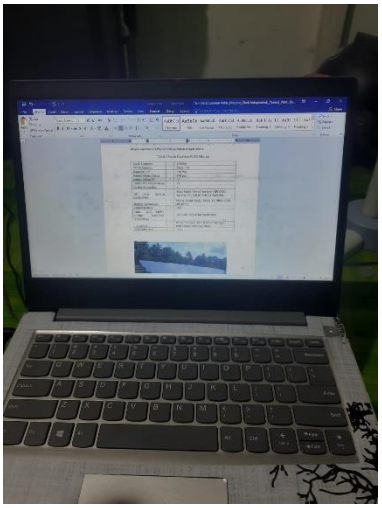
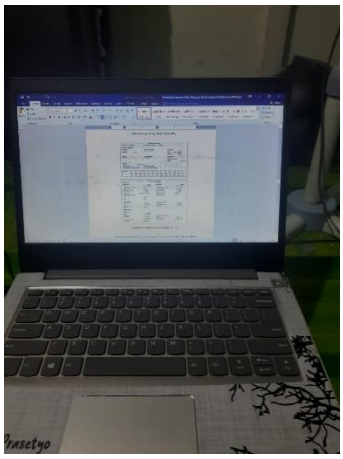
	Rabu, 1 November 2023 Sesi mentoring bersama mentor untuk mempelajari kembali dasar-dasar panel surya dalam perencanaan sistem pembangkit Kamis, 2 November 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mempelajari desain perencanaan pembangkit hybride (PV dan mikrohidro) dan parameter-parameter yang dibutuhkan dari jurnal tersebut Jum'at 3 November 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mencoba untuk memperlajari perhitungan NPC dan COE pada konfiguriasi PLTH	 
Minggu 13/ 6-10 November 2023	Senin, 6 November 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami mencoba untuk mencari konfigurasi yang paling optimum berdasarkan	

	kebutuhan-kebutuhan setiap parameter komponen seperti hidro, pv, grid dan batre Selasa, 7 November 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melakukan sesi mentoring pembelajaran terkait cofiring Rabu, 8 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan analasis dari produksi energi yang bisa dihasilkan pada panel surya sebesar 73.395 kWh/tahun, hidro sebesar 1,363,512 kWh/tahun. Kamis, 9 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami mencoba untuk mencari konfigurasi yang lebih optimum berdasarkan beban dan kebutuhan setiap komponen Jum,at 10 November 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami diajak bersama mentor untuk melihat sistem panel surya yang ada di tempat lokasi magang	 
Minggu 14/13-17 November 2023	Senin, 13 November 2023 Dalam kegiatan hari ini, kami melanjutkan untuk simulasi perencanaan PLTH menggunakan homer, dan didapatkan total NPC sebesar $756,214.80 dan COE sebesar $0.03976	

	Selasa, 14 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait materi kontroller panel surya dilihat dari segi fungsi pengendali, hubungan langsug (direct connection), dan system o-off regulator Rabu, 15 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait materi sistem on-off regulator jenis seri, sistem on-off regulator jenis shunt dan sistem on-off pada sisi beban dan proteksi beban lebih Kamis, 16 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melanjutkan melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait materi sistem on-off pada sisi beban dan proteksi beban lebih, multistep regulator, chopper regulator dan MPPT Regulaor Jum'at 17 November 2023 Dalam kegiatan ini kami diajak oleh mentor untuk mempelajari sistem pembangkit di PLTGU PLN Nusantara Power	 
Minggu 15/ 20-24 November 2023	Senin, 20 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait baterai pada sistem PLTS yaitu materi state of charge (SOC)	

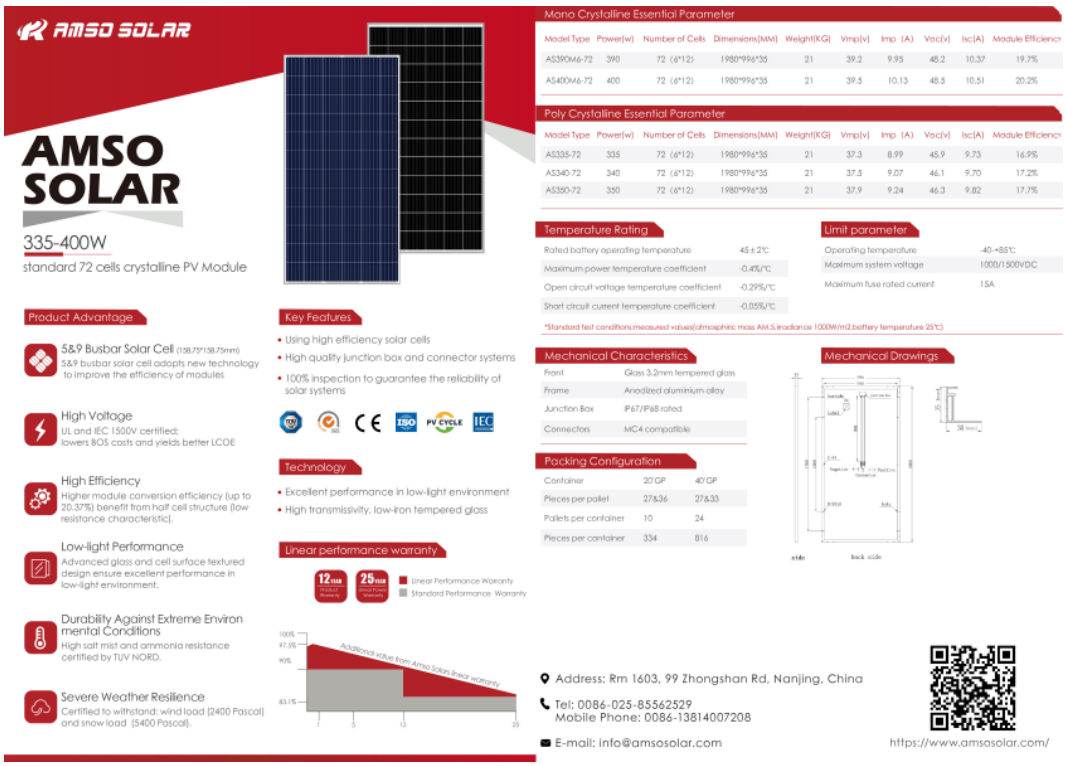
	, self-discharge dan profil beberapa jenis baterai (fast charge time, cell voltage, cycle life dan gravimetric energy) Selasa, 21 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait baterai pada sistem PLTS yaitu rangkaian ekivalen baterai, hubungkan seri paralel baterai, dan peran baterai pada plts off grid Rabu, 22 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait klasifikasi inverter dan sinyal inverter gelombang (square, modified square, sinus) Kamis, 23 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakuka studi literatur dan berdiskusi terkait klasifiasi battery inverter stand alone, hybrid inverter dan bi-directional inverter. Jum'at, 24 November 2023 Dalam kegiatan hari ini kami melakukan studi literatur dan berdiskusi terkait string atau array inverter, skema array inverter, off grid dan on grid inverter.	 
Minggu 16/27-1 November 2023	Senin, 27 November 2023 Dalam kegiatan ini kami melakukan studi literatur terkait sistem PLTS On grid seperti keuntung dan kekurangan PLTS on grid, komponen utama PLTS on	

	grid dan tahapan desain PLTS On grid Selasa, 28 November 2023 Dalam kegiatan ini kami melakukan studi literatur mempelajari topologi PV Array dan Grid tied inverter. Rabu, 29 november 2023 Dalam kegiatan ini kami melakukan pengerjaan laporan magang Kamis, 30 November 2023 Dalam kegiatan ini kami melakukan pengerjaan laporan magang Jum'at 1 Desember 2023 Dalam kegiatan ini kami melakukan pengerjaan laporan magang	 
Minggu 17/4-8 Desember 2023	Senin, 4 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Selasa, 5 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Rabu, 6 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Kamis, 7 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Jum’at, 8 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang	

Minggu 18/11 -15 Desember 2023	Senin, 11 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Selasa, 12 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Rabu, 13 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Kamis, 14 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Jum'at, 15 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang	
Minggu 19/ 18-22 desember 2023	Senin, 18 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Selasa, 19 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Rabu, 20 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Kamis, 21 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Jum'at, 22 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang	
Minggu 20	Senin, 25 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Selasa, 26 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Rabu, 27 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Kamis, 28 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang Jum'at, 29 Desember 2023 Pengerjaan Laporan Magang	

Bab VII Lampiran C. <Dokumen Teknik>

- Datasheet Panel surya (AmsoSolar_P350_Wp_72.PAN)



AMSO SOLAR

AMSO SOLAR

335-400W

standard 72 cells crystalline PV Module

Product Advantage

5&9 Busbar Solar Cell (158.75*158.75mm)
5&9 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules

High Voltage
UL and IEC 1500V certified; lowers BOS costs and yields better LCOE

High Efficiency
Higher module conversion efficiency (up to 20.37%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).

Low-light Performance
Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.

Durability Against Extreme Environ mental Conditions
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

Severe Weather Resilience
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Key Features

- Using high efficiency solar cells
- High quality junction box and connector systems
- 100% inspection to guarantee the reliability of solar systems

Technology

- Excellent performance in low-light environment
- High transmissivity, low-iron tempered glass

Linear performance warranty

12 YEAR Product Warranty — 25 YEAR Linear Power Warranty

Linear Performance Warranty
Standard Performance Warranty

100% — 97.5% — 90% — 83.1%
Additional value from Amso Solar's linear warranty
1 — 5 — 12 — 25

Mono Crystalline Essential Parameter

Model Type	Power(w)	Number of Cells	Dimensions(MM)	Weight(KG)	Vmp(v)	Imp (A)	Voc(v)	Isc(A)	Module Efficiency
AS390M6-72	390	72 (6*12)	1980*996*35	21	39.2	9.95	48.2	10.37	19.7%
AS400M6-72	400	72 (6*12)	1980*996*35	21	39.5	10.13	48.5	10.51	20.2%

Poly Crystalline Essential Parameter

Model Type	Power(w)	Number of Cells	Dimensions(MM)	Weight(KG)	Vmp(v)	Imp (A)	Voc(v)	Isc(A)	Module Efficiency
AS335-72	335	72 (6*12)	1980*996*35	21	37.3	8.99	45.9	9.73	16.9%
AS340-72	340	72 (6*12)	1980*996*35	21	37.5	9.07	46.1	9.70	17.2%
AS350-72	350	72 (6*12)	1980*996*35	21	37.9	9.24	46.3	9.82	17.7%

Temperature Rating

Rated battery operating temperature	45±2℃
Maximum power temperature coefficient	-0.4%/℃
Open circuit voltage temperature coefficient	-0.29%/℃
Short circuit current temperature coefficient	-0.05%/℃

Limit parameter

Operating temperature	-40~+85℃
Maximum system voltage	1000/1500VDC
Maximum fuse rated current	15A

*Standard test conditions:measured values(atmospheric mass AM.5,irradiance 1000W/m2,battery temperature 25℃)

Mechanical Characteristics

Front	Glass 3.2mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP67/IP68 rated
Connectors	MC4 compatible

Packing Configuration

Container	20'GP	40'GP
Pieces per pallet	27&36	27&33
Pallets per container	10	24
Pieces per container	334	816

Mechanical Drawings

side — back side

Address: Rm 1603, 99 Zhongshan Rd, Nanjing, China
Tel: 0086-025-85562529
Mobile Phone: 0086-13814007208
E-mail: info@amsosolar.com

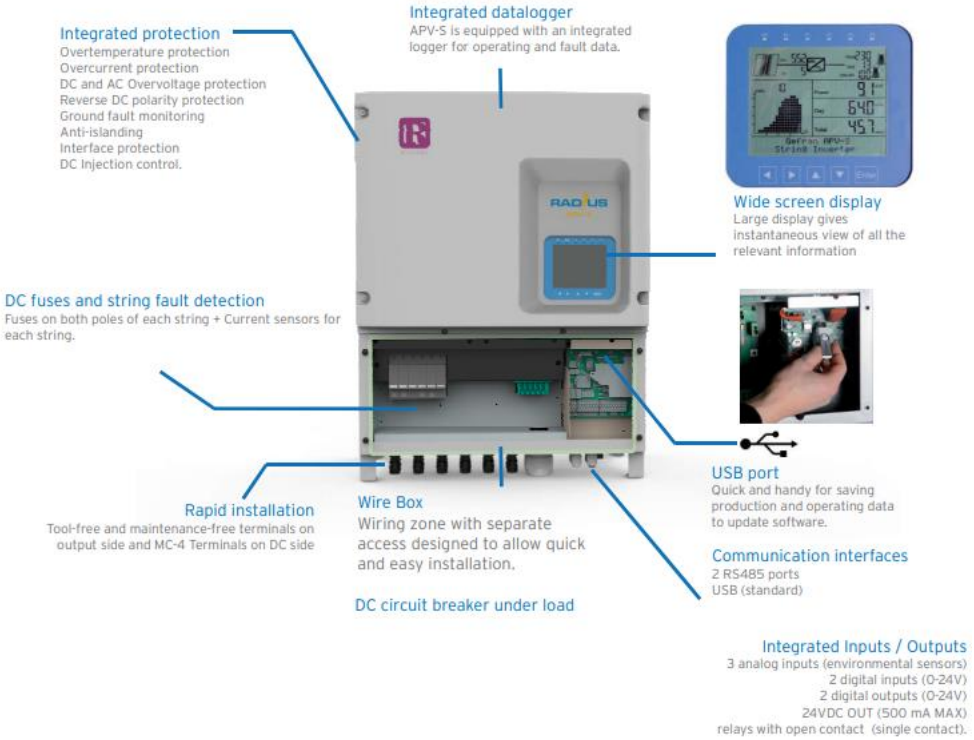
https://www.amsosolar.com/

- Datasheet Inverter (Radius APV_25k_TL_RP.OND)

Data Sheet

RADIUS APV-S

GENERAL CHARACTERISTICS



Data Sheet

RADIUS APV-S

CHOOSING THE INVERTER - TECHNICAL DATA

APV-S-..-AE

				RADIUS Range of Inverters Technology from Gefran- Italy								Designed on the Technology Platform of Radius	
				10k-AE-TL-1	10k-AE-TL-2	12k-AE-TL-1	12k-AE-TL-2	15k-AE-TL-2	18k-AE-TL-2	20k-AE-TL-2	20k-AE-TL-3	25k-AE-TL-2	34k-AE-TL-2
Input data	Maximum DC voltage	V_{DC} max	[V]	1000									
	MPPT Range(@ maximum power)		[V]	350..800		420..800	350..800	390..800	470..800	350..800		450..800	520..800
	Start- up voltage		[V]	>200									
	Max. Recommended PV Power (balanced input)		[kWp]	12		14.4		18	21.6	24		30	40.8
	MPPT number	No. MPPT		1	2	1	2	2	2	2	3	2	2
	Number of strings per each MPPT	No.		3	2	3	2	2	2	3	2	3	3
	Maximum DC current per MPPT	I_{DC} max	[A]	33.7	22.5	33.7	22.5	22.5	22.5	33.7	22.5	33.7	33.7
Output data	Rated AC Power	P_{NOM} AC	[kW]	10	10	12	12	15	18	20	20	25	34
	AC rated current/Max current	I_{AC} max	[A]	14.4/16	14.4/16	17.3/19.2	17.3/19.2	21.6/24	26/28.9	28.9/32	28.9/32	36.2/37	49.1/50
	AC voltage	V_{AC}	[V]	415V (3-phases + Neutral) (output voltage range 320..480)[1]									
	Rated AC frequency	f_{AC}	[Hz]	50/60Hz (Output frequency range 47..53/57..63)[1]									
	Grid connection			TN-C/TN-S/TN-C-S/TT									
	THDi	THD grid	[%]	≤3									
	Power factor (settable)	cosphi		+/- 0.8									
Efficiency	Maximum efficiency		[%]	98.1	98.1	98.1	98.1	98.2	98.3	98.3	98.3	98.3	98.1
	European efficiency (Euro ETA)		[%]	97.7	97.7	97.7	97.7	97.8	98	98	97.6	97.6	97.6
Protections	Interface protections(grid monitor)			Integrated									
	Anti-islanding			Integrated (Where required by local regulations)									
	Insulation control			Integrated									
	Residual current monitoring			Integrated									
	Reverse DC polarity protection			Integrated									
	AC/DC overvoltage			Type 3 SPD standard with thermal protections & DC side indication Optional: Type 2 pluggable DC SPD & AC SPD[2]									
	DC injection control			Integrated									
	DC circuit breaker			Circuit breaker under load									
	DC fuses & string failure detection			12A fuses on both poles of each string + current sensors for each string									
	Night Consumption(Standby loss)			Inverter is mechanically disconnected from the grid .									

(1) The output voltage and frequency interval may vary according to the network connection standard.

‘

- Datasheet batere (Rolls_S2_3560AGM.BTR)

PVsyst V7.2.21

Battery - S2-3560 AGM

Manufacturer	Rolls	**Commercial data**	
Model	S2-3560 AGM	Data source :	Datasheets 2011
		Sizes	
		Width	711 mm
		Height	382 mm
		Depth	353 mm
		Weight	196.00 kg

Basic parameters

Technology	Lead-acid, sealed, AGM
Number of cells	1 Cells

		per cell	whole battery	
Nominal voltage	Vnom	2.0	2.0	V
Nominal Capacity (C10)	Cnom	3000	3.00	Ah
			6.00	kWh
Internal resistance	Int. Res	0.1	0	mΩ
Coulombic efficiency (without gassing)	Eff. I	97		%

Secondary and model parameters

		per cell	whole battery	
Linear part of the voltage Voc: intercept SOC=0	Alpha Voc	2.045	2.05	V
Linear part of the voltage Voc: slope vs SOC	Beta Voc	178	0.18	mV - V
Voltage temp. coeff.	mu Voc	-5.5	-6	mV/°C
Reference temperature	T ref	20		°C
Self-discharge current (20°C)	Iself ref		125.0	mA

PVsyst DEMO

➢ Hasil simulasi PLTS off grid

PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
21/11/23 10:11
with v7.2.21

Project: Studi_150kWt

Variant: New simulation variant

PVsyst DEMO

General parameters

Grid-Connected System — **No 3D scene defined, no shadings**

PV Field Orientation

Orientation		**Sheds configuration**		**Models used**	
Fixed plane		No 3D scene defined		Transposition	Perez
Tilt/Azimuth	10 / -90 °			Diffuse	Perez, Meteonorm
				Circumsolar	separate
Horizon		**Near Shadings**		**User's needs**	
Free Horizon		No Shadings		Daily profile	
				Constant over the year	
				Average	151 kWh/Day

Storage
Kind — Self-consumption

Charging strategy	**Discharging strategy**
When excess solar power is available	As soon as power is needed

Hourly load	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	
	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	4.30	4.80	5.20	4.80	3.80	4.80	3.80	kW
	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	
	4.00	3.70	3.60	3.60	3.60	4.80	13.00	27.50	18.50	8.30	4.80	4.80	kW

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Amso Solar
Model	P350 Wp 72 cells
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	350 Wp
Number of PV modules	170 units
Nominal (STC)	59.5 kWp
Modules	10 Strings x 17 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	54.1 kWp
U mpp	609 V
I mpp	89 A

Inverter

Manufacturer	Gefran S.p.A
Model	APV 25k-TL-RP
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	25.0 kWac
Number of inverters	2 units
Total power	50.0 kWac
Operating voltage	483-850 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.19

Total PV power

Nominal (STC)	60 kWp
Total	170 modules
Module area	330 m²
Cell area	301 m²

Total inverter power

Total power	50 kWac
Number of inverters	2 units
Pnom ratio	1.19

Battery Storage

Battery

Manufacturer	Rolls
Model	S2-3560 AGM

Battery pack

Nb. of units	23 in series
	x 6 in parallel
Discharging min. SOC	20.0 %
Stored energy	653.7 kWh

Battery Pack Characteristics

Voltage	46 V
Nominal Capacity	18000 Ah (C10)
Temperature	Fixed 20 °C

PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
21/11/23 10:11
with v7.2.21

Project: Studi_150kWt

Variant: New simulation variant

PVsyst DEMO

Main results

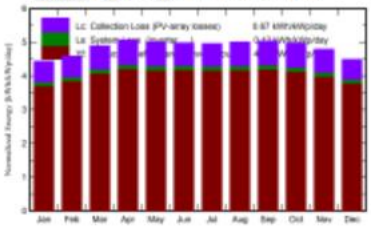
System Production

Produced Energy	56564 kWh/year	Specific production	951 kWh/kWp/year
Used Energy	55006 kWh/year	Performance Ratio PR	53.65 %
		Solar Fraction SF	98.13 %

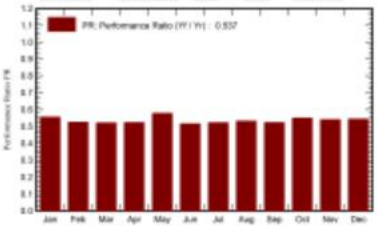
Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW	89.6 %
Static SOW	90.0 %
Battery lifetime	9.6 years

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_User kWh	E_Solar kWh	E_Grid kWh	EFrGrid kWh
January	138.9	62.93	24.14	137.6	133.7	7051	4672	4438	109.2	233.5
February	129.6	61.04	24.40	128.4	125.2	6620	4220	3949	72.0	270.8
March	151.9	71.30	24.78	151.7	148.2	7757	4672	4564	148.9	107.6
April	153.3	67.20	24.96	152.0	148.6	7753	4521	4521	220.2	0.0
May	156.5	64.48	25.30	155.3	151.9	7939	4672	4633	717.2	38.7
June	148.8	59.70	25.12	149.4	146.0	7695	4521	4521	65.8	0.0
July	154.1	62.62	25.02	153.7	150.1	7915	4672	4672	108.5	0.0
August	156.9	66.65	25.52	155.3	151.8	7933	4672	4557	364.9	114.7
September	153.9	68.10	25.43	151.0	147.6	7725	4521	4475	232.2	46.3
October	153.4	67.58	25.27	154.4	151.2	7857	4672	4672	389.5	0.0
November	144.3	60.90	25.01	143.8	140.4	7333	4521	4511	114.5	10.2
December	138.9	61.07	24.31	139.2	135.8	7204	4672	4463	46.4	208.4
Year	1780.5	773.57	24.94	1771.9	1730.8	90781	55006	53975	2589.3	1030.3

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_User	Energy supplied to the user
T_Amb	Ambient Temperature	E_Solar	Energy from the sun
GlobInc	Global incident in coll. plane	E_Grid	Energy injected into grid
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EFrGrid	Energy from the grid

- Hasil Pengujian Batera PLTS Miangas

No Cell	Volt		Kondisi
	A	B	
1	1,33	1,33	Rusak
2	0,214	0,214	Rusak
3	0,379	0,379	Rusak
4	0,38	0,38	Rusak
5	0,325	0,324	Rusak
6	0,237	0,327	Rusak
7	0,163	0,163	Rusak
8	1,37	1,37	Rusak
9	0,309	0,309	Rusak
10	0,524	0,524	Rusak
11	0,312	0,312	Rusak
12	0,176	0,175	Rusak
13	0,404	0,404	Rusak
14	0,365	0,365	Rusak
15	0,303	0,302	Rusak
16	0,001	-57	Rusak
17	0,368	0,368	Rusak
18	0,004	0,004	Rusak
19	0,255	0,255	Rusak
20	0,056	0,056	Rusak
21	0,263	0,263	Rusak
22	0,401	0,401	Rusak
23	0,669	0,669	Rusak

No Cell	Volt		Kondisi
	A	B	
24	0,214	0,214	Rusak
25	0,153	0,153	Rusak
26	0,328	0,329	Rusak
27	1,35	1,35	Rusak
28	0,222	0,222	Rusak
29	0,055	0,055	Rusak
30	1,33	1,33	Rusak
31	0,347	0,347	Rusak
32	0,050	0,050	Rusak
33	0,736	0,736	Rusak
34	1,37	1,37	Rusak
35	0,029	0,026	Rusak
36	0,153	0,153	Rusak
37	0,191	0,191	Rusak
38	0,418	0,418	Rusak
39	0,023	0,024	Rusak
40	0,048	0,047	Rusak
41	0,287	0,287	Rusak
42	0,362	0,363	Rusak
43	0,310	0,310	Rusak
44	0,242	0,242	Rusak
45	0,364	0,364	Rusak
46	1,37	1,37	Rusak
47	0,053	0,054	Rusak
48	1,37	1,37	Rusak
49	1,36	1,36	Rusak
50	0,019	0,019	Rusak
51	1,34	1,34	Rusak
52	1,37	1,37	Rusak
53	1,36	1,36	Rusak
54	0	0	Rusak
55	1,37	1,37	Rusak
56	1,37	1,37	Rusak
57	0,717	0,719	Rusak
58	0,243	0,243	Rusak
59	0,343	0,342	Rusak
60	1,37	1,37	Rusak
61	0,605	0,605	Rusak
62	0,281	0,277	Rusak
63	1,37	1,37	Rusak
64	0,284	0,284	Rusak

65	0,108	0,108	Rusak
66	0,507	0,507	Rusak
67	0,314	0,314	Rusak

No Cell	Volt		Kondisi
	A	B	
68	1,37	1,37	Rusak
69	0,317	0,315	Rusak
70	1,34	1,34	Rusak
71	1,36	1,36	Rusak
72	1,34	1,34	Rusak
73	1,37	1,37	Rusak
74	1,37	1,37	Rusak
75	1,37	1,37	Rusak
76	0,227	0,228	Rusak
77	1,38	1,38	Rusak
78	0,011	0,010	Rusak
79	1,37	1,37	Rusak
80	1,37	1,37	Rusak
81	0,135	0,133	Rusak
82	0,269	0,269	Rusak
83	0,627	0,267	Rusak
84	1,37	1,37	Rusak
85	1,36	1,36	Rusak
86	1,36	1,36	Rusak
87	0,603	0,603	Rusak
88	1,37	1,37	Rusak
89	1,37	1,37	Rusak
90	1,33	1,33	Rusak
91	0,319	0,319	Rusak
92	0,370	0,370	Rusak
93	1,37	1,37	Rusak
94	1,35	1,36	Rusak
95	1,30	1,30	Rusak
96	0,057	0,057	Rusak
97	1,31	1,31	Rusak
98	1,37	1,37	Rusak
99	0,318	0,318	Rusak
100	1,37	1,37	Rusak
101	1,37	1,37	Rusak
102	0,593	0,593	Rusak
103	0,415	0,415	Rusak

104	0,452	0,451	Rusak
105	1,37	1,37	Rusak
106	1,35	1,35	Rusak
107	1,37	1,37	Rusak
108	0,916	0,916	Rusak
109	1,37	1,37	Rusak
110	1,32	1,32	Rusak
111	1,37	1,37	Rusak

No Cell	Volt		Kondisi
	A	B	
112	1,35	1,35	Rusak
113	1,37	1,37	Rusak
114	1,37	1,37	Rusak
115	1,37	1,37	Rusak
116	0,410	0,410	Rusak
117	0,395	0,395	Rusak
118	0,124	0,129	Rusak
119	0,386	0,386	Rusak
120	0,128	0,128	Rusak
121	1,36	1,36	Rusak
122	1,37	1,37	Rusak
123	1,37	1,37	Rusak
124	1,34	1,34	Rusak
125	1,37	1,37	Rusak
126	1,33	1,33	Rusak
127	1,36	1,36	Rusak
128	1,38	1,38	Rusak
129	0,003	0,003	Rusak
130	0,360	0,360	Rusak
131	1,37	1,37	Rusak
132	1,37	1,37	Rusak
133	0,021	0,021	Rusak
134	0,393	0,393	Rusak
135	0,106	0,107	Rusak
136	0,295	0,295	Rusak
137	1,37	1,37	Rusak
138	1,37	1,37	Rusak
139	1,37	1,37	Rusak
140	0,003	0,003	Rusak
141	1,37	1,37	Rusak
142	1,37	1,37	Rusak

143	1,38	1,38	Rusak
144	0,666	0,666	Rusak
145	0,082	0,082	Rusak
146	1,37	1,37	Rusak
147	1,30	1,30	Rusak
148	0,251	0,251	Rusak
149	0,490	0,490	Rusak
150	1,32	1,32	Rusak
151	1,37	1,37	Rusak
152	0,387	0,387	Rusak
153	1,38	1,38	Rusak
154	0,241	0,241	Rusak
155	0,079	0,079	Rusak

No Cell	Volt		Kondisi
	A	B	
156	0,062	0,062	Rusak
157	0,421	0,421	Rusak
158	0,486	0,488	Rusak
159	0,097	0,097	Rusak
160	0,434	0,434	Rusak
161	0,056	0,056	Rusak
162	1,37	1,37	Rusak
163	0,263	0,263	Rusak
164	0,050	0,050	Rusak
165	1,36	1,36	Rusak
166	1,37	1,37	Rusak
167	0,055	0,055	Rusak
168	0,466	0,466	Rusak
169	0,063	0,063	Rusak
170	0,668	0,668	Rusak
171	0,168	0,168	Rusak
172	0,558	0,558	Rusak
173	0,391	0,391	Rusak
174	1,37	1,37	Rusak
175	0,491	0,491	Rusak
176	0,051	0,051	Rusak
177	0,213	0,213	Rusak
178	0,760	0,760	Rusak
179	0,037	0,037	Rusak
180	1,37	1,37	Rusak
181	1,37	1,37	Rusak

182	1,36	1,36	Rusak
183	0,231	0,231	Rusak
184	0,360	0,360	Rusak
185	1,37	1,37	Rusak
186	1,37	1,37	Rusak
187	1,36	1,36	Rusak
188	0,040	0,040	Rusak
189	0,038	0,038	Rusak
190	0,335	0,335	Rusak
191	1,37	1,37	Rusak
192	0,285	0,293	Rusak
193	1,38	1,38	Rusak
194	1,33	1,33	Rusak
195	1,33	1,33	Rusak
196	0,328	0,328	Rusak
197	1,37	1,37	Rusak
198	0,044	0,044	Rusak
199	0,273	0,273	Rusak

No Cell	Volt		Kondisi
	A	B	
200	0,053	0,053	Rusak
201	1,38	1,38	Rusak
202	0,138	0,138	Rusak
203	1,30	1,30	Rusak
204	0,053	0,053	Rusak
205	1,36	1,36	Rusak
206	0,044	0,044	Rusak
207	0,600	0,600	Rusak
208	0,328	0,328	Rusak
209	0,042	0,042	Rusak
210	1,37	1,37	Rusak
211	0,036	0,036	Rusak
212	0,049	0,049	Rusak
213	0,088	0,071	Rusak
214	0,308	0,308	Rusak
215	1,38	1,38	Rusak
216	0,630	0,630	Rusak
217	1,37	1,37	Rusak
218	1,36	1,36	Rusak
219	0,337	0,337	Rusak
220	0,166	0,166	Rusak

221	1,37	1,37	Rusak
222	0,292	0,292	Rusak
223	0,720	0,720	Rusak
224	1,36	1,36	Rusak
225	0,351	0,351	Rusak
226	0,061	0,061	Rusak
227	1,37	1,37	Rusak
228	0,389	0,389	Rusak
229	0,188	0,188	Rusak
230	0,377	0,377	Rusak
231	1,34	1,34	Rusak
232	0,278	0,278	Rusak
233	0,608	0,608	Rusak
234	1,37	1,37	Rusak
235	1,38	1,38	Rusak
236	0,356	0,356	Rusak
237	0,572	0,572	Rusak
238	0,353	0,353	Rusak
239	0,049	0,049	Rusak
240	0,003	0,015	Rusak

- Hasil Pengujian PLTS

Status	String Index	Voc (VDC)	Isc (Amps)	Irradiance (w/m²)	BOM-Temp (deg. C)	Expected Voc	Expected Isc
Retest - failed Isc	1	31,3	5,11	616,0	39,0	32,1	4,25
Retest - failed Isc	2	31,5	5,12	560,0	40,0	32,1	3,86
Test passed	3	31,5	5,09	740,0	47,0	32,1	5,11
Retest - failed Isc	4	27,5	4,82	477,0	49,0	32,1	3,29
Test passed	5	31,1	5,08	652,0	39,0	32,1	4,50
Retest - failed Voc + Isc	6	15,3	4,61	558,0	36,0	32,1	3,85
Test passed	7	31,6	4,55	631,0	38,0	32,1	4,35
Retest - failed Isc	8	31,6	5,12	902,0	36,0	32,1	6,22
Retest - failed Isc	9	31,6	4,90	565,0	35,0	32,1	3,90
Retest - failed Voc + Isc	10	26,4	3,13	604,0	35,0	32,1	4,17
Retest - failed Isc	11	31,3	4,76	523,0	36,0	32,1	3,61
Test passed	12	31,6	5,13	729,0	46,0	32,1	5,03
Test passed	13	31,6	4,96	649,0	38,0	32,1	4,48
Retest - failed Isc	14	31,5	4,99	503,0	36,0	32,1	3,47
Retest - failed Isc	15	31,6	4,69	560,0	35,0	32,1	3,86
Test passed	16	31,2	4,00	574,0	37,0	32,1	3,96
Test passed	17	32,2	4,25	556,0	37,0	32,1	3,84
Test passed	18	31	3,89	549,0	37,0	32,1	3,79
Test passed	19	31,4	3,83	542,0	36,0	32,1	3,74
Test passed	20	31,8	4,36	567,0	36,0	32,1	3,91
Test passed	21	31,7	4,03	542,0	35,0	32,1	3,74
Test passed	22	31,6	4,07	533,0	43,0	32,1	3,68

Status	String Index	Voc (VDC)	Isc (Amps)	Irradiance (w/m²)	BOM-Temp (deg. C)	Expected Voc	Expected Isc
Test passed	23	31,8	3,91	526,0	42,0	32,1	3,63
Test passed	24	31,9	4,00	542,0	34,0	32,1	3,74
Retest - failed Isc	25	31,6	1,59	522,0	35,0	32,1	3,60
Test passed	26	31,9	3,96	521,0	35,0	32,1	3,59
Test passed	27	31,8	3,95	522,0	44,0	32,1	3,60
Test passed	28	31,7	3,73	509,0	36,0	32,1	3,51
Test passed	29	31,7	3,66	525,0	44,0	32,1	3,62
Test passed	30	31,6	3,63	479,0	37,0	32,1	3,30
Retest - failed Isc	31	31,7	2,62	502,0	37,0	32,1	3,46
Test passed	32	31,7	3,61	480,0	37,0	32,1	3,31
Retest - failed Isc	33	31	1,58	466,0	37,0	32,1	3,22
Retest - failed Isc	34	31,7	3,48	410,0	36,0	32,1	2,83
Retest - failed Isc	35	31,3	2,41	455,0	37,0	32,1	3,14
Test passed	36	31,7	3,46	470,0	45,0	32,1	3,24
Test passed	37	32	3,56	470,0	43,0	32,1	3,24
Test passed	38	32	3,51	466,0	34,0	32,1	3,22
Test passed	39	31,9	3,31	473,0	36,0	32,1	3,26
Test passed	40	31,9	3,59	471,0	35,0	32,1	3,25
Test passed	41	31,9	3,50	477,0	39,0	32,1	3,29
Test passed	42	31,8	3,43	451,0	37,0	32,1	3,11
Test passed	43	31,5	3,32	467,0	36,0	32,1	3,22
Test passed	44	31,6	3,35	461,0	37,0	32,1	3,18
Test passed	45	31,3	3,45	459,0	36,0	32,1	3,17
Test passed	46	30,9	3,24	442,0	35,0	32,1	3,05
Test passed	47	31,7	3,24	427,0	31,0	32,1	2,95
Test passed	48	31,9	3,28	424,0	35,0	32,1	2,93
Test passed	49	32	3,34	449,0	36,0	32,1	3,10
Test passed	50	31,6	3,29	422,0	35,0	32,1	2,91
Test passed	51	31,5	3,22	417,0	36,0	32,1	2,88
Test passed	52	31,9	3,31	432,0	35,0	32,1	2,98
Test passed	53	31,7	3,18	422,0	35,0	32,1	2,91
Test passed	54	30,8	3,22	435,0	36,0	32,1	3,00
Test passed	55	31,6	2,96	411,0	35,0	32,1	2,84
Test passed	56	31,1	3,10	411,0	35,0	32,1	2,84
Test passed	57	31,7	3,05	403,0	35,0	32,1	2,78
Test passed	58	31,6	2,67	410,0	34,0	32,1	2,83
Test passed	59	31,8	2,43	401,0	35,0	32,1	2,77
Test passed	60	31,9	3,01	394,0	34,0	32,1	2,72
Test passed	61	31,9	3,04	434,0	34,0	32,1	2,99
Test passed	62	31,6	2,97	409,0	35,0	32,1	2,82
Test passed	63	31,5	3,03	395,0	35,0	32,1	2,73
Test passed	64	31,7	2,96	398,0	35,0	32,1	2,75
Test passed	65	31,3	2,89	389,0	36,0	32,1	2,68
Test passed	66	31,7	2,76	362,0	35,0	32,1	2,50