

## DAFTAR ISI

|                                                                                                           |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL.....                                                                                        | ii    |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                                                     | iii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                                                   | iv    |
| KATA PENGANTAR.....                                                                                       | v     |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN MENYERAHKAN HAK MILIK<br>ATAS TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... | vii   |
| ABSTRAK.....                                                                                              | viii  |
| ABSTRACT.....                                                                                             | ix    |
| DAFTAR ISI .....                                                                                          | x     |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                                       | xv    |
| DAFTAR TABEL.....                                                                                         | xviii |
| I. BAB I PENDAHULUAN.....                                                                                 | I-1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                                  | I-1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                                                 | I-4   |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                                                | I-4   |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                                                              | I-5   |
| 1.5 Batasan Penelitian .....                                                                              | I-5   |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                                                                           | I-6   |
| II. BAB II LANDASAN TEORI .....                                                                           | II-1  |

|       |                                                           |       |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------|
| 2.1   | Profil Lembaga Permayarakatan Kelas II B Kota Banjar..... | II-1  |
| 2.2   | Energi Baru dan Terbarukan.....                           | II-2  |
| 2.3   | Energi Surya.....                                         | II-4  |
| 2.3.1 | Potensi Tenaga Surya .....                                | II-5  |
| 2.4   | Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....                     | II-6  |
| 2.4.1 | Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( <i>Rooftop</i> ).....   | II-8  |
| 2.4.2 | Prinsip Kerja PLTS.....                                   | II-8  |
| 2.4.3 | Standar PLTS.....                                         | II-9  |
| 2.4.4 | Peraturan PLTS .....                                      | II-10 |
| 2.5   | Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....            | II-11 |
| 2.5.1 | Panel Surya .....                                         | II-11 |
| 2.5.2 | KWH <i>Exim</i> (Export-import) .....                     | II-21 |
| 2.5.3 | <i>Inverter</i> .....                                     | II-22 |
| 2.5.4 | <i>Mounting System</i> .....                              | II-24 |
| 2.5.5 | Baterai/Aki .....                                         | II-26 |
| 2.6   | Sistem PLTS.....                                          | II-29 |
| 2.6.1 | PLTS <i>On Grid</i> .....                                 | II-29 |
| 2.6.2 | PLTS <i>Off Grid</i> .....                                | II-30 |
| 2.6.3 | PLTS <i>Hybrid</i> .....                                  | II-31 |
| 2.7   | Jenis Bentuk <i>Rooftop</i> .....                         | II-31 |
| 2.7.1 | Model <i>Desain Rooftop</i> Pelana.....                   | II-31 |

|        |                                                                     |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.7.2  | Model <i>Desain Rooftop</i> Perisai .....                           | II-32 |
| 2.7.3  | Model <i>Desain Rooftop</i> Datar .....                             | II-32 |
| 2.7.4  | Model <i>Desain Rooftop</i> Standar .....                           | II-33 |
| 2.8    | Sudut Kemiringan PV .....                                           | II-34 |
| 2.8.1  | Sudut Kemiringan Panel Surya .....                                  | II-34 |
| 2.8.2  | Metode Penentuan Sudut Kemiringan .....                             | II-36 |
| 2.9    | <i>HOMER (Hybrid Optimization Model For Energi Renewable)</i> ..... | II-36 |
| 2.9.1  | Prinsip kerja <i>HOMER</i> .....                                    | II-37 |
| 2.9.2  | Simulasi.....                                                       | II-37 |
| 2.9.3  | Optimasi .....                                                      | II-38 |
| 2.9.4  | Analisis Sensitivitas .....                                         | II-38 |
| 2.10   | Aspek Ekonomi.....                                                  | II-38 |
| 2.10.1 | <i>Net Present Cost (NPC)</i> .....                                 | II-38 |
| 2.10.2 | <i>Cos Of Energi (COE)</i> .....                                    | II-39 |
| 2.10.3 | <i>Return On Investment (ROI)</i> .....                             | II-40 |
| 2.10.4 | <i>Payback Periode (PP)</i> .....                                   | II-40 |
| 2.11   | Beban .....                                                         | II-40 |
| 2.12   | Penelitian Terkait.....                                             | II-41 |
| III.   | BAB III METODE PENELITIAN.....                                      | III-1 |
| 3.1    | <i>Flowchart</i> Penelitian .....                                   | III-1 |
| 3.1.1  | <i>Start</i> .....                                                  | III-1 |

|       |                                                                    |       |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.1.2 | <i>Study Literatur</i> .....                                       | III-2 |
| 3.1.3 | Observasi dan Pengumpulan Data Lapangan.....                       | III-2 |
| 3.1.4 | Data Konsumsi Energi .....                                         | III-3 |
| 3.1.5 | Pemodelan (Topologi) Menggunakan <i>HOMER</i> .....                | III-3 |
| 3.1.6 | Uji Model .....                                                    | III-5 |
| 3.1.7 | Hasil Simulasi <i>HOMER</i> .....                                  | III-6 |
| 3.1.8 | Analisa .....                                                      | III-6 |
| 3.1.9 | Kesimpulan .....                                                   | III-6 |
| 3.2   | Metode Pengumpulan Data .....                                      | III-7 |
| 3.3   | Waktu dan Tempat Penelitian.....                                   | III-7 |
| IV.   | BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....                                   | IV-1  |
| 4.1   | Potensi Energi Surya .....                                         | IV-1  |
| 4.2   | Perencanaan PLTS .....                                             | IV-5  |
| 4.3   | Hasil Simulasi Homer .....                                         | IV-10 |
| 4.3.1 | Produksi Daya PLTS .....                                           | IV-10 |
| 4.3.2 | Kebutuhan Daya Tambahan .....                                      | IV-14 |
| 4.4   | <i>Payback Periode</i> dan <i>Return On Investment (ROI)</i> ..... | IV-19 |
| V.    | BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                                    | V-1   |
| 5.1   | Kesimpulan .....                                                   | V-1   |
| 5.2   | Saran.....                                                         | V-2   |
|       | DAFTAR PUSTAKA .....                                               | xix   |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| LAMPIRAN-LAMPIRAN..... | xxiii |
|------------------------|-------|

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Gambar 2. 1 Gedung lembaga permasyarakatan kelas II B Kota Banjar.....                                                                                                              | II-1  |
| Gambar 2. 2 Kapasitas energi terbarukan di negara asia tenggara .....                                                                                                               | II-3  |
| Gambar 2. 3 Skenario 1 total kapasitas potensi energi di Indonesia.....                                                                                                             | II-4  |
| Gambar 2. 4 Skenario 2 total kapasitas potensi energi di Indonesia.....                                                                                                             | II-4  |
| Gambar 2. 5 Grafik distribusi penyinaran di Indonesia (Widayana, G. 2012) ...                                                                                                       | II-5  |
| Gambar 2. 6 Peta potensi energi surya (P3TKEBTKE, 2017).....                                                                                                                        | II-6  |
| Gambar 2. 7 Perkembangan efisiensi PV dari tahun 1975 sampai 2020 .....                                                                                                             | II-7  |
| Gambar 2. 8 Pembangkit listrik tenaga surya <i>rooftop</i> ( <i>SUN Energy</i> ) .....                                                                                              | II-8  |
| Gambar 2. 9 Prinsip kerja Instalasi PLTS <i>Hybrid</i> .....                                                                                                                        | II-9  |
| Gambar 2. 10 Struktur panel surya .....                                                                                                                                             | II-11 |
| Gambar 2. 11 Struktur sel PV .....                                                                                                                                                  | II-12 |
| Gambar 2. 12 Panel PV <i>polycrystalline</i> .....                                                                                                                                  | II-13 |
| Gambar 2. 13 Karakteristik I-V keluaran panel PV tipe <i>polycrystalline</i> .....                                                                                                  | II-13 |
| Gambar 2. 14 Karakteristik P-V keluaran panel PV tipe <i>polycrystalline</i> .....                                                                                                  | II-14 |
| Gambar 2. 15 Panel PV <i>monocrystalline</i> .....                                                                                                                                  | II-14 |
| Gambar 2. 16 Karakteristik I-V keluaran panel PV tipe <i>monocrystalline</i> .....                                                                                                  | II-15 |
| Gambar 2. 17 Karakteristik P-V keluaran panel PV tipe <i>monocrystalline</i> .....                                                                                                  | II-15 |
| Gambar 2. 18 <i>Thin film cell</i> .....                                                                                                                                            | II-16 |
| Gambar 2. 19 Karakteristik I-V keluaran panel PV tipe <i>thin film cell</i> .....                                                                                                   | II-16 |
| Gambar 2. 20 Karakteristik P-V keluaran panel PV tipe <i>thin film cell</i> .....                                                                                                   | II-17 |
| Gambar 2. 21 Pangsa pasar global panel surya <i>monocrystalline</i> dan <i>polycrystalline</i><br>dan <i>thin film cell</i> periode tahun 1980 sd 2020 (sumber SolarSena.com, 2021) | II-17 |
| Gambar 2. 22 Rangkaian ekivalen <i>photovoltaic</i> .....                                                                                                                           | II-18 |

|                                                                     |       |
|---------------------------------------------------------------------|-------|
| Gambar 2. 23 KWH <i>Exim</i> .....                                  | II-22 |
| Gambar 2. 24 Inverter .....                                         | II-22 |
| Gambar 2. 25 Bentuk gelombang inverter .....                        | II-23 |
| Gambar 2. 26 Jenis <i>mounting tile &amp; tin</i> .....             | II-24 |
| Gambar 2. 27 Jenis <i>ballast mounting</i> .....                    | II-25 |
| Gambar 2. 28 Jenis <i>klip lok mounting</i> .....                   | II-25 |
| Gambar 2. 29 Struktur baterai untuk PLTS .....                      | II-26 |
| Gambar 2. 30 Rangkaian seri baterai .....                           | II-29 |
| Gambar 2. 31 Rangkaian paralel baterai .....                        | II-29 |
| Gambar 2. 32 Sistem PLTS <i>on grid</i> (SUN Energi, 2023) .....    | II-30 |
| Gambar 2. 33 Sistem PLTS <i>off grid</i> (SUN Energi, 2023) .....   | II-30 |
| Gambar 2. 34 Sistem PLTS <i>hybrid</i> (SUN Energi, 2023) .....     | II-31 |
| Gambar 2. 35 Jenis atap pelana .....                                | II-32 |
| Gambar 2. 36 Jenis atap perisai .....                               | II-32 |
| Gambar 2. 37 Jenis atap datar .....                                 | II-33 |
| Gambar 2. 38 Jenis atap standar .....                               | II-33 |
| Gambar 2. 39 Sudut kemiringan modul surya (Ilham Lubis, 2018) ..... | II-34 |
| Gambar 2. 40 Sudut azimuth .....                                    | II-35 |
| Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> penelitian .....                       | III-1 |
| Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> observasi lapangan .....               | III-2 |
| Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> simulasi HOMER .....                   | III-3 |
| Gambar 3. 4 Alur HOMER .....                                        | III-4 |
| Gambar 3. 5 <i>Block system</i> PLTS Hybrid .....                   | III-5 |
| Gambar 3. 6 Topologi sistem PLTS <i>hybrid</i> (PV-PLN) .....       | III-5 |

|                                                                            |       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Gambar 4. 1 Lokasi perencanaan penelitian di lapas banjar .....            | IV-1  |
| Gambar 4. 2 Grafik rata-rata <i>solar</i> GHI bulanan .....                | IV-2  |
| Gambar 4. 3 Grafik rata-rata suhu bulanan.....                             | IV-3  |
| Gambar 4. 4 Kebutuhan rata-rata harian .....                               | IV-5  |
| Gambar 4. 5 Luas <i>rooftop</i> yang digunakan .....                       | IV-7  |
| Gambar 4. 6 <i>Design PV</i> .....                                         | IV-7  |
| Gambar 4. 7 <i>Design battery</i> .....                                    | IV-8  |
| Gambar 4. 8 <i>Design</i> spesifikasi inverter .....                       | IV-9  |
| Gambar 4. 9 Nilai keluaran daya hiku 77 .....                              | IV-11 |
| Gambar 4. 10 Kebutuhan daya rata-rata harian setiap bulan .....            | IV-12 |
| Gambar 4. 11 Grafik produksi daya .....                                    | IV-12 |
| Gambar 4. 12 Total <i>renewable power output daily profile</i> .....       | IV-13 |
| Gambar 4. 13 Grafik pembelian dan penjualan daya melalui <i>grid</i> ..... | IV-14 |
| Gambar 4. 14 Grafik penjualan daya ke PLN .....                            | IV-15 |
| Gambar 4. 15 Grafik pembelian dan penjualan .....                          | IV-16 |
| Gambar 4. 16 pembebanan dan SoC pada battery .....                         | IV-17 |
| Gambar 4. 17 Grafik <i>SoC</i> ketika PLTS tiga kali lebih banyak .....    | IV-19 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                           |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabel 2. 1 SNI terkait PLTS (ESDM, 2020) .....                                            | II-9  |
| Tabel 2. 2 SPLN terkait PLTS .....                                                        | II-10 |
| Tabel 2. 3 Review penelitian terkait.....                                                 | II-41 |
| Tabel 4. 1 Rata-rata <i>solar</i> GHI bulanan .....                                       | IV-2  |
| Tabel 4. 2 Rata-rata suhu bulanan .....                                                   | IV-3  |
| Tabel 4. 3 Data pemakaian listrik lembaga permasyarakatan kelas II B Kota Banjar<br>..... | IV-4  |
| Tabel 4. 4 Spesifikasi Panel Surya .....                                                  | IV-5  |
| Tabel 4. 5 Spesifikasi <i>Battery</i> .....                                               | IV-8  |
| Tabel 4. 6 Sudut kemiringan panel.....                                                    | IV-9  |
| Tabel 4. 7 Kemampuan penyerapan densitas matahari .....                                   | IV-10 |
| Tabel 4. 8 Hasil simulasi PLTS .....                                                      | IV-13 |
| Tabel 4. 9 Produksi dan pembelian daya PLTS.....                                          | IV-14 |
| Tabel 4. 10 Penjualan daya PLTS.....                                                      | IV-14 |
| Tabel 4. 11 Pembelian dan penjualan listrik sebagai variabel tambahan .....               | IV-16 |
| Tabel 4. 12 Pembebanan dan <i>SoC</i> pada <i>battery</i> .....                           | IV-17 |
| Tabel 4. 13 Perbandingan <i>cost grid</i> dan <i>hybrid</i> .....                         | IV-19 |
| Tabel 4. 14 Nilai <i>present worth</i> dan <i>annual worth</i> .....                      | IV-20 |