

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1 ESP32 WROOM Dev Board.....                                                | 49 |
| Gambar 3. 2 <i>Water Flow Sensor</i> .....                                            | 50 |
| Gambar 3. 3 <i>Pressure Sensor</i> .....                                              | 50 |
| Gambar 3. 4 <i>Voltage Sensor</i> .....                                               | 50 |
| Gambar 3. 5 <i>Solenoid Valve</i> .....                                               | 51 |
| Gambar 3. 6 Keran air Kuningan Meter Air .....                                        | 51 |
| Gambar 3. 7 <i>Camera Module ESP32 CAM</i> .....                                      | 52 |
| Gambar 3. 8 Baterai 7.5Ah .....                                                       | 52 |
| Gambar 3. 9 Panel Surya .....                                                         | 53 |
| Gambar 3. 10 Meter Air.....                                                           | 53 |
| Gambar 3. 11 <i>Relay 1 Channel 5V</i> .....                                          | 54 |
| Gambar 3. 12 <i>Step-Down</i> .....                                                   | 54 |
| Gambar 3. 13 <i>Printed Circuit Board (PCB)</i> .....                                 | 54 |
| Gambar 3. 14 Skema Kerja Sistem <i>SmartMeter</i> .....                               | 58 |
| Gambar 3. 15 Alur Pembelian Sistem Saldo Meter Air.....                               | 59 |
| Gambar 3. 16 Alur Sistem Pembacaan Saldo Meter Air .....                              | 60 |
| Gambar 3. 17 <i>Flowchart Aplikasi Website</i> .....                                  | 62 |
| Gambar 3. 18 <i>Use Case Diagram Aplikasi Website</i> .....                           | 63 |
| Gambar 3. 19 <i>ERD Database Sistem</i> .....                                         | 64 |
| Gambar 3. 20 <i>Sequence Diagram Keseluruhan Aplikasi Website</i> .....               | 65 |
| Gambar 3. 21 <i>Sequence Diagram Registrasi Pelanggan Aplikasi Website</i> .....      | 66 |
| Gambar 3. 22 <i>Sequence Diagram Login Pelanggan dan Admin Aplikasi Website</i> ..... | 67 |
| Gambar 3. 23 <i>Sequence Diagram Ubah Kata Sandi Aplikasi Website</i> .....           | 68 |
| Gambar 3. 24 <i>Sequence Diagram Halaman Peta Aplikasi Website</i> .....              | 69 |
| Gambar 3. 25 <i>Sequence Diagram Halaman Pusat Data Aplikasi Website</i> .....        | 70 |
| Gambar 3. 26 <i>Sequence Diagram Halaman Kelola SmartMeter Aplikasi Website</i> ..... | 71 |
| Gambar 3. 27 <i>Sequence Diagram Halaman Edit Data Aplikasi Website</i> .....         | 72 |
| Gambar 3. 28 <i>Sequence Diagram Halaman Status Meter Air Aplikasi Website</i> .....  | 73 |
| Gambar 3. 29 <i>Sequence Diagram Operasi Meter Air Pelanggan pada Website</i> .....   | 74 |
| Gambar 3. 30 <i>Sequence Diagram Halaman Pembelian Saldo Aplikasi Website</i> .....   | 74 |
| Gambar 3. 31 <i>Sequence Diagram Halaman Pembayaran Saldo Aplikasi Website</i> .....  | 75 |
| Gambar 3. 32 Tampilan Halaman <i>Login</i> .....                                      | 76 |
| Gambar 3. 33 Tampilan Halaman Registrasi .....                                        | 76 |
| Gambar 3. 34 Tampilan Halaman Ubah Sandi .....                                        | 76 |
| Gambar 3. 35 Tampilan Dashboard Admin .....                                           | 77 |
| Gambar 3. 36 Tampilan Halaman <i>Control Panel</i> .....                              | 77 |
| Gambar 3. 37 Tampilan Halaman Peta .....                                              | 77 |
| Gambar 3. 38 Tampilan Halaman Data Center.....                                        | 78 |
| Gambar 3. 39 Tampilan Halaman Kelola SmartMeter .....                                 | 78 |
| Gambar 3. 40 Tampilan Halaman Edit Data.....                                          | 79 |
| Gambar 3. 41 Tampilan Halaman <i>Dashboard Pelanggan</i> .....                        | 79 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3. 42 Tampilan Halaman Status Meter Air .....                                    | 79  |
| Gambar 3. 43 Tampilan Halaman Beli Saldo .....                                          | 80  |
| Gambar 3. 44 Tampilan Halaman Riwayat Pembelian.....                                    | 80  |
| Gambar 3. 45 <i>Schematic</i> Rangkaian .....                                           | 81  |
| Gambar 3. 46 Desain PCB Rangkaian.....                                                  | 82  |
| Gambar 3. 47 <i>Flowchart</i> Alur Sistem Rangkaian.....                                | 82  |
| Gambar 3. 48 Ukuran Diameter Dial Meter Air .....                                       | 83  |
| Gambar 3. 49 Desain <i>Casing</i> Alat <i>SmartMeter</i> .....                          | 83  |
| Gambar 4. 1 Rancangan Umum Sistem PTMB <i>SmartMeter</i> .....                          | 92  |
| Gambar 4. 2 Skema Alur Kerja <i>SmartMeter</i> Prabayar .....                           | 93  |
| Gambar 4. 3 Alur Kerja <i>Website</i> serta API <i>SmartMeter</i> .....                 | 95  |
| Gambar 4. 4 Tampilan <i>Landing Page</i> .....                                          | 96  |
| Gambar 4. 5 Tampilan <i>Register Page</i> .....                                         | 97  |
| Gambar 4. 6 Tampilan <i>Login Page</i> .....                                            | 98  |
| Gambar 4. 7 Tampilan <i>Main Page</i> Administrator .....                               | 99  |
| Gambar 4. 8 Tampilan Control Panel .....                                                | 100 |
| Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Peta Secara Penuh .....                                    | 101 |
| Gambar 4. 10 Tampilan Detail Peta.....                                                  | 102 |
| Gambar 4. 11 Tampilan <i>Pop-up</i> Peta.....                                           | 102 |
| Gambar 4. 12 Tampilan Navigasi Rute Peta.....                                           | 103 |
| Gambar 4. 13 Tampilan Halaman Pusat Data.....                                           | 104 |
| Gambar 4. 14 Tampilan <i>Pop-Up</i> Pusat Data .....                                    | 105 |
| Gambar 4. 15 Tampilan Halaman Kelola <i>SmartMeter</i> .....                            | 105 |
| Gambar 4. 16 Tampilan <i>Pop-up</i> Kelola <i>SmartMeter</i> .....                      | 106 |
| Gambar 4. 17 Tampilan <i>Pop-up</i> Lihat Foto pada menu Kelola <i>SmartMeter</i> ..... | 106 |
| Gambar 4. 18 Tampilan Fitur Kelola Akun .....                                           | 107 |
| Gambar 4. 19 Tampilan <i>Pop-up</i> Kelola Akun .....                                   | 108 |
| Gambar 4. 20 Tampilan Konfirmasi Hapus Halaman Kelola Akun .....                        | 108 |
| Gambar 4. 21 Tampilan Main Page Pelanggan .....                                         | 109 |
| Gambar 4. 22 Tampilan Halaman Status <i>SmartMeter</i> .....                            | 110 |
| Gambar 4. 23 Tampilan Nomor Sambungan Tidak Terdaftar .....                             | 111 |
| Gambar 4. 24 Tampilan Halaman Beli Saldo .....                                          | 112 |
| Gambar 4. 25 Tampilan <i>Pop-up</i> Pilih Metode Pembayaran .....                       | 112 |
| Gambar 4. 26 Tampilan <i>Pop-up</i> Menggunakan QRIS.....                               | 113 |
| Gambar 4. 27 Tampilan <i>Pop-up</i> Proses Verifikasi .....                             | 114 |
| Gambar 4. 28 Tampilan <i>Pop-up</i> Verifikasi Pembayaran Berhasil.....                 | 114 |
| Gambar 4. 29 Tampilan Menu Riwayat Pembelian Pada Halaman Pembelian Saldo.....          | 115 |
| Gambar 4. 30 Tampilan Riwayat Pembelian Saldo Pelanggan .....                           | 116 |
| Gambar 4. 31 Tampilan Halaman Ubah Kata Sandi .....                                     | 116 |
| Gambar 4. 32 Struktur <i>Database</i> .....                                             | 117 |
| Gambar 4. 33 Struktur <i>Table Migration</i> .....                                      | 118 |
| Gambar 4. 34 Alur kerja sistem IOT <i>SmartMeter</i> .....                              | 134 |
| Gambar 4. 35 Mikrokontroler ESP32 WROOM Dev Board.....                                  | 135 |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 36 <i>Module Kamera ESP32 CAM OV2640</i> .....                                 | 137 |
| Gambar 4. 37 <i>Module Relay 1 Channel 5V</i> .....                                      | 142 |
| Gambar 4. 38 <i>Solenoid Valve Normally Close</i> .....                                  | 143 |
| Gambar 4. 39 <i>Water Flow Sensor YF-B1 aliran air ½ INCH</i> .....                      | 144 |
| Gambar 4. 40 <i>Preassure Transmitter DC 5V 0-14 PSI/1.2 Mpa</i> .....                   | 146 |
| Gambar 4. 41 <i>Real Time Clock (RTC) DS3231</i> .....                                   | 149 |
| Gambar 4. 42 <i>Voltage Sensor DC 0-25V</i> .....                                        | 151 |
| Gambar 4. 43 <i>LED RGB Chatoda</i> .....                                                | 153 |
| Gambar 4. 44 <i>Buzzer Active 2 PIN</i> .....                                            | 155 |
| Gambar 4. 45 <i>Module Step Down Double USB</i> .....                                    | 157 |
| Gambar 4. 46 <i>Meter Air Linyi</i> .....                                                | 157 |
| Gambar 4. 47 <i>Tampilan Desain PCB SmartMeter menggunakan aplikasi Eagle</i> .....      | 158 |
| Gambar 4. 48 <i>Hasil cetak PCB SmartMeter</i> .....                                     | 158 |
| Gambar 4. 49 <i>SCC MPPT 10A (Solar Charge Controller MPPT)</i> .....                    | 159 |
| Gambar 4. 50 <i>Solar Panel Monocrystalline Mitsuyama 20WP</i> .....                     | 159 |
| Gambar 4. 51 <i>Baterai VRLA SMT127 7.5Ah</i> .....                                      | 160 |
| Gambar 4. 52 <i>Tampilan samping hardware case</i> .....                                 | 160 |
| Gambar 4. 53 <i>Tampilan atas hardware case</i> .....                                    | 161 |
| Gambar 4. 54 <i>Tampilan penutup hardware case</i> .....                                 | 162 |
| Gambar 4. 55 <i>Penyangga hardware case.</i> .....                                       | 162 |
| Gambar 4. 56 <i>Tutup case utama</i> .....                                               | 163 |
| Gambar 4. 57 <i>Tutup case utama dengan panel indikator</i> .....                        | 163 |
| Gambar 4. 58 <i>Tampilan atas hardware case</i> .....                                    | 164 |
| Gambar 4. 59 <i>Tampilan dalam hardware case</i> .....                                   | 164 |
| Gambar 4. 60 <i>Tampilan depan hardware case</i> .....                                   | 165 |
| Gambar 4. 61 <i>Tampilan samping hardware case</i> .....                                 | 165 |
| Gambar 4. 62 <i>Desain Tiang dan Bracket Solar Panel</i> .....                           | 166 |
| Gambar 4. 63 <i>Tampilan Tiang dan Bracket Solar Panel</i> .....                         | 167 |
| Gambar 4. 64 <i>Tampilan Box Solar Panel</i> .....                                       | 167 |
| Gambar 4. 65 <i>Alur Kerja Rangkaian Sumber Daya</i> .....                               | 168 |
| Gambar 5. 1 <i>Pengujian Website PTMB SmartMeter oleh Supervisor Pembaca Meter</i> ..... | 195 |
| Gambar 5. 2 <i>Hasil Scan Keamanan Website</i> .....                                     | 199 |
| Gambar 5. 3 <i>Detail Scan Keamanan Website</i> .....                                    | 200 |
| Gambar 5. 4 <i>Implementasi Perangkat PTMB SmartMeter pada Pelanggan</i> .....           | 220 |
| Gambar 5. 5 <i>Pengujian oleh Pihak PTMB</i> .....                                       | 220 |
| Lampiran 1 <i>Proses Presentasi Perangkat kepada PTMB</i> .....                          | 261 |
| Lampiran 2 <i>Pengujian Perangkat Oleh PTMB</i> .....                                    | 262 |
| Lampiran 3 <i>Dokumentasi Presentasi Hasil</i> .....                                     | 262 |
| Lampiran 4 <i>Pemasangan Sumber Daya Perangkat</i> .....                                 | 263 |
| Lampiran 5 <i>Pemasangan Perangkat PTMB SmartMeter</i> .....                             | 263 |
| Lampiran 6 <i>Tampilan Perangkat Yang Telah Terpasang</i> .....                          | 264 |
| Lampiran 7 <i>Pengujian dan Pengisian Kuesioner Oleh Pihak PTMB</i> .....                | 264 |
| Lampiran 8 <i>Dokumentasi Penyelesaian Implementasi</i> .....                            | 265 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 9 Lembar Absensi Kehadiran Forum Presentasi .....                    | 266 |
| Lampiran 10 <i>Landing Page</i> PTMB SmartMeter .....                         | 267 |
| Lampiran 11 <i>Login Page</i> status sesuai PTMB SmartMeter.....              | 268 |
| Lampiran 12 <i>Input Login Page</i> Tidak Sesuai PTMB SmartMeter .....        | 269 |
| Lampiran 13 <i>Login Test</i> Status Sesuai PTMB SmartMeter.....              | 270 |
| Lampiran 14 <i>Login Test</i> dengan <i>Password</i> Berbeda .....            | 271 |
| Lampiran 15 <i>Login Test Password</i> Kurang dari 8 Karakter .....           | 272 |
| Lampiran 16 <i>Login Test</i> Nomor Sambungan Telah Terdaftar.....            | 274 |
| Lampiran 17 Pengujian Menu <i>User Admin</i> PTMB SmartMeter.....             | 274 |
| Lampiran 18 Pengujian <i>Dashboard Admin</i> PTMB SmartMeter.....             | 276 |
| Lampiran 19 Pengujian Menu <i>Control Panel</i> PTMB SmartMeter.....          | 277 |
| Lampiran 20 Pengujian Halaman <i>Maps</i> PTMB SmartMeter.....                | 279 |
| Lampiran 21 Pengujian Halaman Pusat Data SmartMeter .....                     | 281 |
| Lampiran 22 Pengujian Halaman Kelola PTMB SmartMeter .....                    | 283 |
| Lampiran 23 Halaman Edit Data Akun PTMB SmartMeter .....                      | 285 |
| Lampiran 24 Pengujian <i>Black-Box User</i> Pelanggan.....                    | 286 |
| Lampiran 25 Pengujian <i>Black-Box Dashboard</i> Pelanggan.....               | 288 |
| Lampiran 26 Pengujian Status SmartMeter Pelanggan .....                       | 290 |
| Lampiran 27 Pengujian <i>Black-Box</i> Beli Saldo Pelanggan.....              | 292 |
| Lampiran 28 Pengujian <i>Black-Box</i> Riwayat Saldo Pelanggan .....          | 294 |
| Lampiran 29 Pengujian <i>Black-Box</i> Ubah Sandi Berhasil .....              | 296 |
| Lampiran 30 Pengujian <i>Black-Box</i> Ubah Sandi Dengan Konfirmasi Beda..... | 297 |
| Lampiran 31 Pengujian <i>Black-Box</i> Ubah Sandi Lama Tidak Cocok.....       | 299 |
| Lampiran 32 Pengujian <i>Pressure Sensor</i> .....                            | 300 |
| Lampiran 33 Pengujian <i>Water Flow Sensor</i> .....                          | 300 |
| Lampiran 34 Pengujian <i>Voltage Sensor</i> .....                             | 301 |
| Lampiran 35 Pengujian Daya Tahan Baterai dengan <i>Solar Panel</i> .....      | 301 |
| Lampiran 36 Pengujian Daya Tahan Baterai Tanpa Solar Panel.....               | 302 |
| Lampiran 37 <i>Stress Test</i> Perangkat.....                                 | 302 |
| Lampiran 38 Pengukuran Watt Kondisi Operasional Normal .....                  | 303 |
| Lampiran 39 Kondisi Operasional Beban Maksimal.....                           | 304 |
| Lampiran 40 Kondisi Operasional Beban Minimal .....                           | 305 |
| Lampiran 41 Pengujian Panel Surya Pertama.....                                | 306 |
| Lampiran 42 Pengujian Panel Surya Kedua .....                                 | 307 |
| Lampiran 43 Surat Keterangan Penelitian .....                                 | 308 |
| Lampiran 44 Surat Keterangan Penelitian .....                                 | 309 |
| Lampiran 45 Surat Keterangan Penelitian .....                                 | 310 |
| Lampiran 46 Hasil Pengambilan Foto Dengan ESP32-CAM.....                      | 311 |
| Lampiran 47 Hasil Pengambilan Foto Dengan ESP32-CAM.....                      | 311 |
| Lampiran 48 Hasil Pengambilan Foto Dengan ESP32-CAM.....                      | 312 |
| Lampiran 49 Hasil Pengambilan Foto Dengan ESP32-CAM.....                      | 312 |
| Lampiran 50 Pengujian Kondisi Air Arus Balik.....                             | 313 |
| Lampiran 51 Pengujian Kondisi Arus Air Sesuai.....                            | 313 |