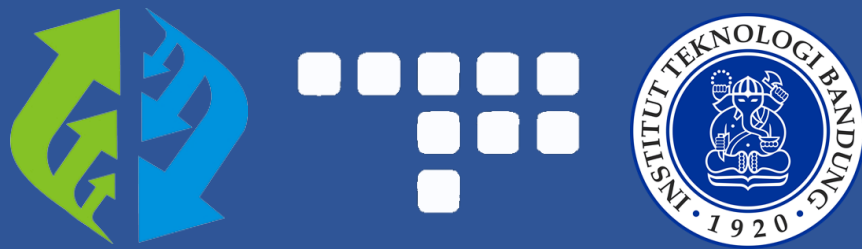


# ANALISIS DATA HISTORIS UNTUK EVALUASI KINERJA DAN KEANDALAN SISTEM BATERAI PENYIMPAN ENERGI DI LABORATORIUM MANAJEMEN ENERGI TF-ITB

Oleh:  
Ahmad Zaki Marzuq – 13319096  
Laboratorium Manajemen Energi

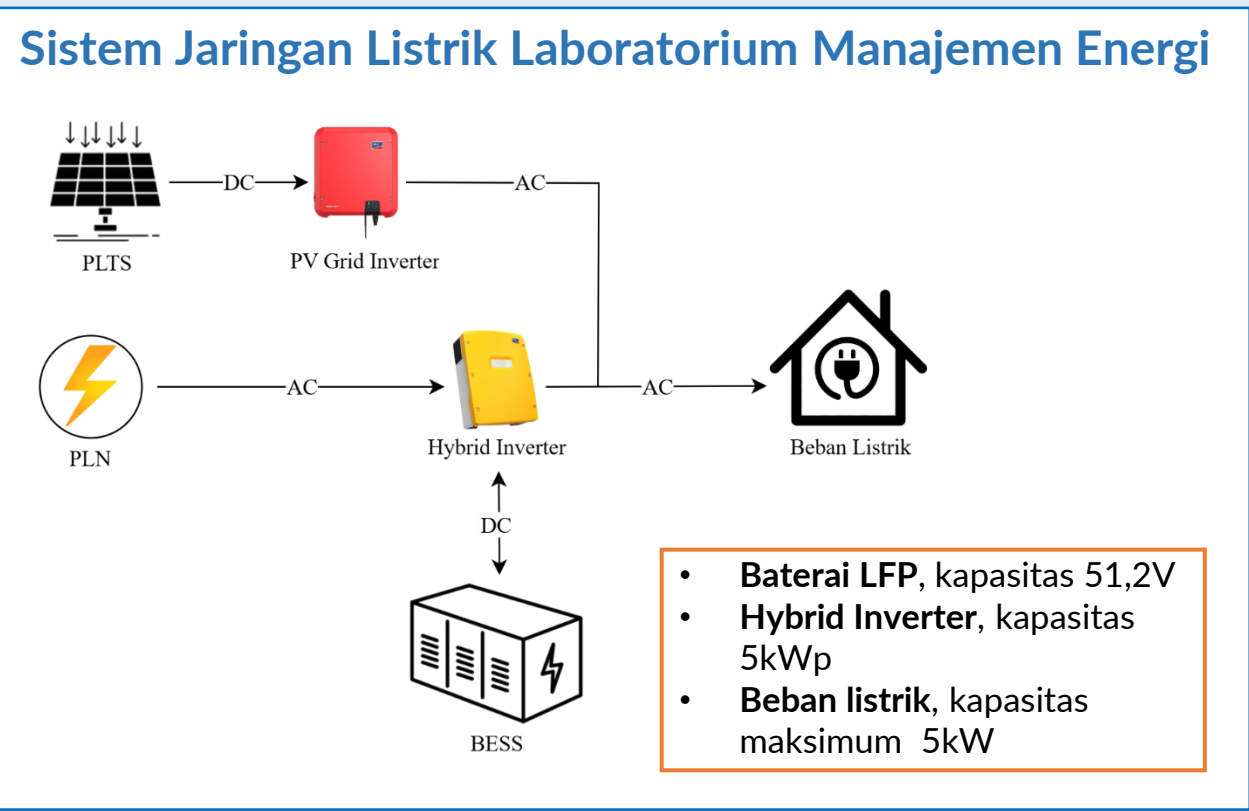
Dosen Pembimbing:  
Dr. Irsyad Nashirul Haq, S.T., M.T.  
Dr. Eng. Muhammad Iqbal, S.T., M.T.



**Latar Belakang**

Sistem Baterai Penyimpan Energi (SBPE) di Laboratorium Manajemen Energi berperan krusial dalam menjaga kontinuitas suplai listrik, khususnya untuk mendukung operasional Server Elisa yang aktif sepanjang waktu. Selain sebagai *backup* saat terjadi pemadaman, SBPE juga berfungsi meredam fluktuasi akibat intermitensi PLTS. Namun, dalam implementasinya masih terdapat potensi inkonsistensi pada data kondisi aktual dan pola penggunaan SBPE, serta belum teridentifikasi secara akurat efektivitasnya dalam fungsi penstabil tegangan. Oleh karena itu, diperlukan analisis berbasis data historis untuk mengevaluasi performa dan keandalan sistem, termasuk dalam mendeteksi anomali dan mengukur kontribusi SBPE terhadap kestabilan sistem kelistrikan laboratorium.

- Tujuan & Sasaran**
- Tujuan:** menganalisis data historis untuk keandalan dan ketersediaan sistem SBPE di Lab ME Teknik Fisika ITB. **Sasaran** penelitian:
- Mengevaluasi tingkat kinerja dan fungsional SBPE berdasarkan data historis operasional sistem.
  - Mengevaluasi keandalan sistem SBPE berdasarkan data historis operasional sistem dalam menjaga kontinuitas suplai energi.
  - Mengidentifikasi inkonsistensi performa operasional sistem SBPE untuk memahami anomali variabel operasional dan gangguan sistem.

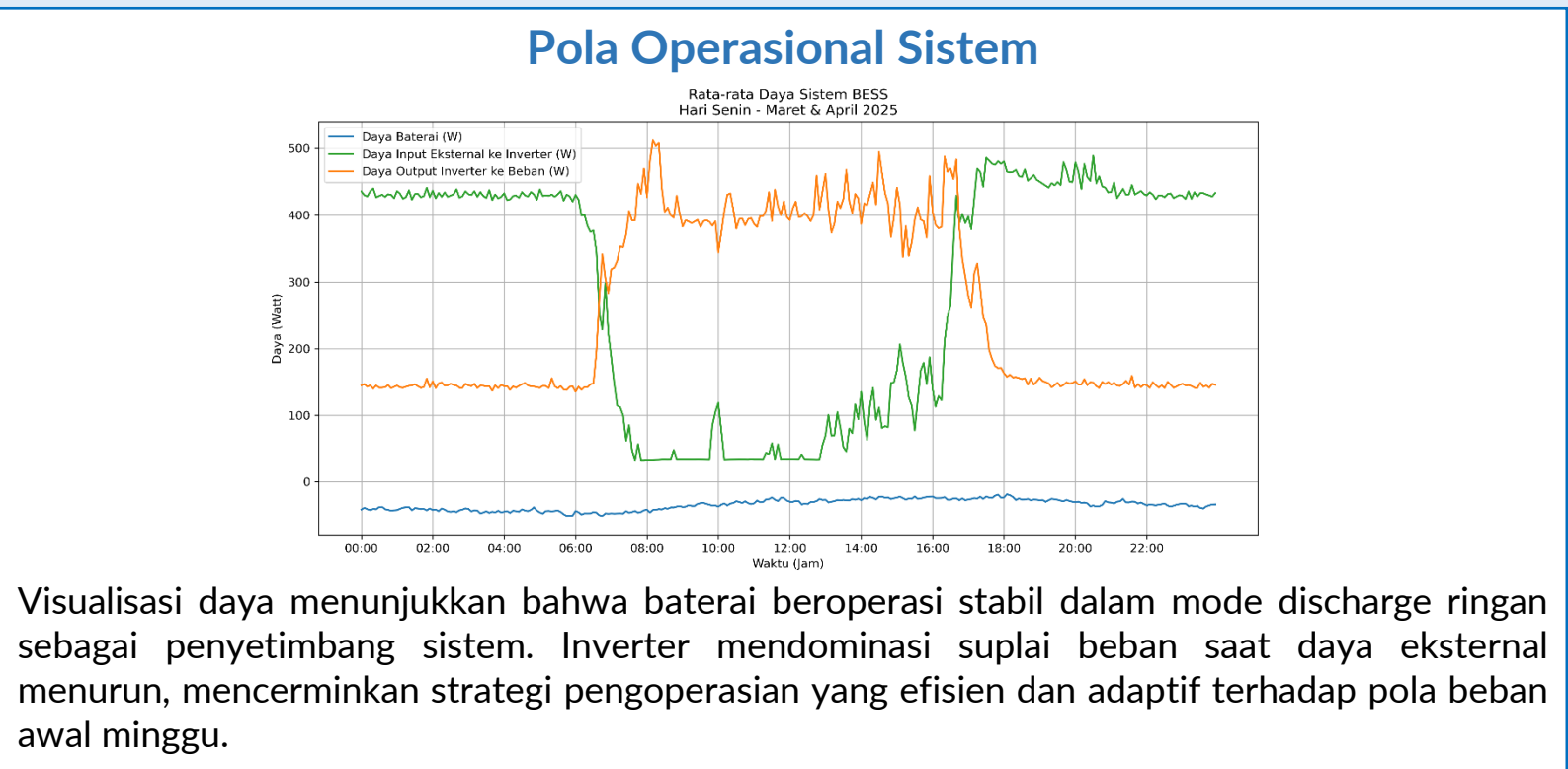
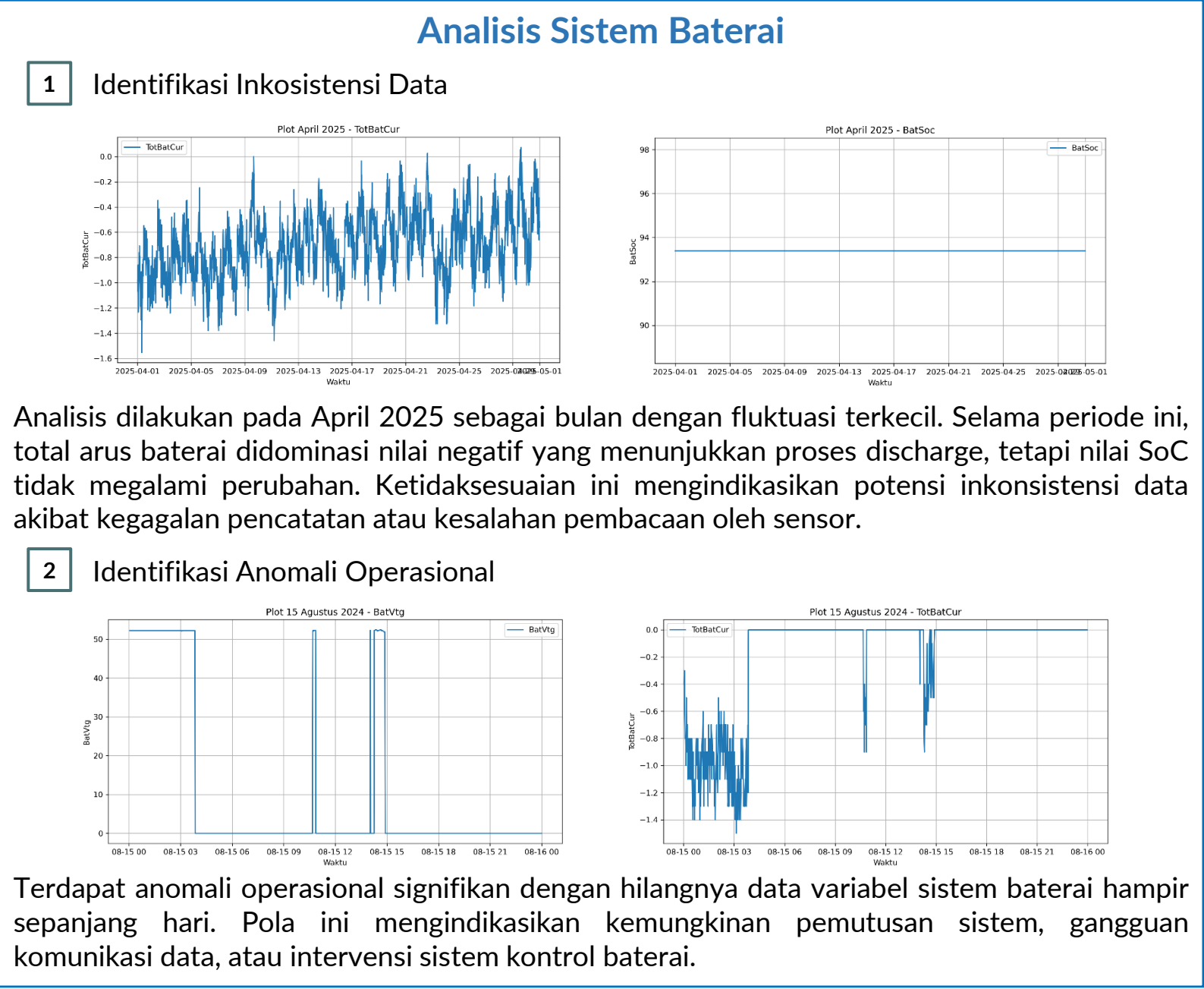


**Variabel Data Analisis**

| Sistem baterai |                            | Input Jaringan Eksternal |                    |
|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| Variabel       | Keterangan                 | Variabel                 | Keterangan         |
| BatChrgVtg (V) | Tegangan pengisian baterai | ExtCur (A)               | Arus eksternal     |
| BatTmp (°C)    | Suhu baterai               | ExtVtg (V)               | Tegangan eksternal |
| BatVtg (V)     | Tegangan baterai           | Fac (%)                  | Faktor Daya        |
| TotBatCur (A)  | Arus total baterai         |                          |                    |

**Output Hybrid Inverter**

| Variabel   | Keterangan                 |
|------------|----------------------------|
| InvCur (A) | Arus keluaran inverter     |
| InvVtg (V) | Tegangan keluaran inverter |



**Analisis Utilization Factor**

| Parameter Energi       | Rata-rata Daya (W) | Energi (Wh) |
|------------------------|--------------------|-------------|
| Baterai                | -38,23             | 915,81      |
| Input Eksternal        | 303,07             | 7258,63     |
| Output Hybrid Inverter | 242,84             | 5817,22     |

**Utilization Factor**

- Baterai → Beban: **15.74%**
- Sumber Eksternal → Beban: **124.78%**

Nilai utilization factor baterai hanya sebesar 15,74%, menunjukkan perannya sebagai penyokong sistem dengan kontribusi energi yang terbatas. Sebaliknya, nilai utilization factor PLN mencapai 124,78%, mengindikasikan adanya suplai tambahan dari PLTS yang langsung ke beban dan tidak tercatat dalam database.

**Identifikasi Peranan SBPE sebagai Backup Power**

| Kejadian Padam  | Durasi Backup (menit) | Energi (Wh) |
|-----------------|-----------------------|-------------|
| 1 Agustus 2024  | 76                    | 939,260833  |
| 31 Agustus 2024 | 49                    | 287,40300   |
| 29 Maret 2025   | 81                    | 1062.280833 |

SBPE teridentifikasi aktif sebagai backup saat Daya Eksternal  $\approx 0$  dan Daya Inverter  $> 0$ , menandakan suplai PLN terputus dan beban disuplai penuh oleh baterai. Aktivasi ini hanya terjadi pada 3 kejadian dalam setahun, mengindikasikan bahwa tidak semua gangguan memicu peran SBPE sebagai backup utama.

**Mode Operasi**

| Mode Operasi  | Durasi (menit) | Persentase (%) |
|---------------|----------------|----------------|
| Hybrid Mode   | 522.680        | 99,54          |
| Idle          | 2206           | 0,42           |
| Isolated Mode | 206            | 0,04           |

Dominasi mode hybrid menegaskan peran SBPE sebagai penyeimbang tegangan. Aktivasi mode isolated yang sangat minim menunjukkan fungsi *backup* hanya aktif saat suplai eksternal terputus.

**Analisis Availability System**

Total Waktu Ideal : 525.600 menit (365 hari)  
Total Data Tercatat : 525.092 menit  
*Availability System* : 99,9%

Nilai *availability* sebesar 99,9% menunjukkan bahwa sistem monitoring berjalan stabil dan kehilangan data sangat minim ( $<0,1\%$ ), meskipun tidak secara langsung merepresentasikan gangguan suplai energi.

**Analisis Keandalan Sistem Jaringan Listrik**

| Standar             | SAIFI (kali/tahun) | SAIDI (jam/tahun) |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| SPLN 68-2: 1986     | 2,4                | 12,8              |
| IEEE Std. 1366-2003 | 1,45               | 2,3               |
| Hasil Perhitungan   | 19                 | 36,77             |

Sistem mengalami gangguan listrik sebanyak 19 kali/tahun (SAIFI) dengan total durasi padam mencapai 36,77 jam/tahun (SAIDI). Nilai ini jauh melampaui ambang batas standar nasional (SPLN) dan internasional (IEEE), menandakan tingkat keandalan suplai daya yang rendah. Hal ini juga mencerminkan bahwa fungsi SBPE sebagai pendukung keandalan sistem belum berjalan optimal.

- Kesimpulan**
- Kinerja Sistem**, SBPE Lab ME beroperasi dominan dalam mode hybrid (99,54%) dengan pola discharge ringan dan peran utama sebagai voltage support; fungsi backup hanya aktif pada 3 kejadian selama setahun.
  - Keandalan dan Ketersediaan**, tingkat ketersediaan data sangat tinggi (99,9%), namun suplai utama dari jaringan masih sering terganggu, ditunjukkan oleh nilai SAIFI dan SAIDI yang melampaui standar.
  - Inkonsistensi Operasional**, adanya anomali dan inkonsistensi data seperti stagnasi SoC dan gangguan sistem berkepanjangan, yang kemungkinan disebabkan oleh gangguan sistem monitoring, komunikasi data atau pemutusan daya.