



**MENEKAN INDEX DURASI PADAM MELALUI  
PERBAIKAN TINGKAT KESIAPAN INDUSTRI 4.0  
PADA PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA**

**TESIS**

**UNIVERSITAS**  
**Very Fernando**  
**55320110022**  
**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2022**



**MENEKAN INDEX DURASI PADAM MELALUI  
PERBAIKAN TINGKAT KESIAPAN INDUSTRI 4.0  
PADA PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA**

**TESIS**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Studi Magister Teknik Industri**

**Very Fernando**  
**55320110022**

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2022**

## PENGESAHAN TESIS

Judul : Menekan Indeks Durasi Padam Melalui Perbaikan  
Tingkat Kesiapan Industri 4.0 Pada Perusahaan  
Listrik Negara  
Nama : Very Fernando  
N I M : 55320110022  
Program : Magister Teknik Industri  
Tanggal : 12 Maret 2022

Mengesahkan

Pembimbing



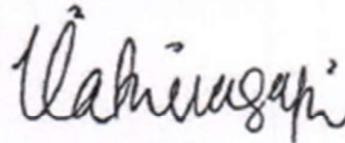
(Dr. Hasbullah, M.T.)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Industri



(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Menekan Indeks Durasi Padam Melalui Perbaikan  
Tingkat Kesiapan Industri 4.0 Pada Perusahaan  
Listrik Negara

Nama : Very Fernando

NIM : 55320110022

Program : Magister Teknik Industri

Tanggal : 12 Maret 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 12 Maret 2022

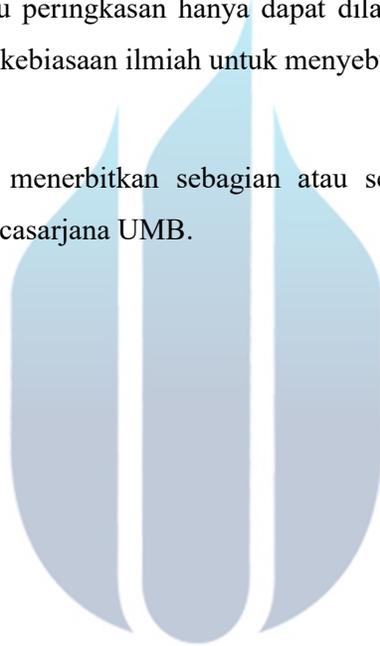


(Very Fernando)

## PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



U N I V E R S I T A S  
M E R C U B U A N A

## KATA PENGANTAR

### **Bismillahirrahmanirrahim.**

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tesis ini dapat terselesaikan. Tesis ini dibuat dengan judul”. “Menekan Indeks Durasi Padam Melalui Perbaikan Tingkat Kesiapan Industri 4.0 Pada Perusahaan Listrik Negara”.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada kedua Orang tua, yang telah mendoakan dan memberikan motivasi sehingga bisa menyelesaikan jenjang pendidikan Magister. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen yang mencurahkan ilmunya dengan penuh suka cita selama di Universitas Mercu Buana. Kepada Dosen pembimbing Bapak Dr. Hasbullah, MT saya ucapkan terima kasih atas sumbang saran, ide dan masukan serta bimbingannya selama pelaksanaan Tesis, dan juha kepada Teman-teman Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Industri yang selalu mendukung dan membantu dalam proses penyelesaian Tesis ini.

Terakhir, saya persembahkan Tesis ini kepada segenap Insan Kelistrikan yang ada di Perusahaan Listrik, Semoga dapat memberikan *insight* perbaikan pada industri ketenagalistrikan dan perusahaan pada khususnya .Semoga Tesis ini dapat memberikan ilmu dan informasi yang bermanfaat bagi para pembaca, dan semoga semua yang terlibat dalam penyusunan Tesis ini mendapatkan balasan dari Allah SWT. Amin Ya Rabbal Alamin.

Jakarta, 12 Maret 2022



Penulis

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN TESIS .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
LAMPIRAN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
PERNYATAAN <i>SMILARITY CHECK</i> .....	xiiiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	6
1.4. Asumsi dan Batasan Masalah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1. Kajian Teori.....	8
2.1.1. Teknologi pada era I4.0.....	8
2.1.2. Index I4.0.....	11
2.1.3. Big Data Analytic (BDA).....	13
2.1.4. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik.....	16
2.1.5. Asset Management dan Indikator Keandalan.....	17
2.1.6. Single Source Of Truth.....	19
2.1.7. Soft System Methodology (SSM) .....	19
2.2. Penelitian Terdahulu .....	21
2.3. <i>State of The Art</i> (SOTA).....	23
2.4. Kerangka Pemikiran.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1. Jenis dan Desain Penelitian .....	29
3.2. Data dan Informasi .....	30
3.3. Teknik Pengumpulan Data .....	32

3.4.	Populasi dan Sampel .....	33
3.5.	Teknik Analisis Data .....	34
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....		36
4.1.	Menentukan Variabel dan Indikator yang dipilih .....	36
4.2.	Survei, Uji Validitas dan Reliabilitas .....	37
4.3.	Mengukur Nilai Indeks Kesiapan.....	40
4.4.	<i>Rich Picture</i> .....	45
4.5.	Penjabaran <i>Root Definition</i> .....	47
4.6.	Pembuatan Model Konseptual .....	49
4.7.	Perbandingan dengan <i>Real World</i> dan perubahan yang dilakukan .....	52
4.8.	Simulasi Model dan Usulan Tindakan .....	57
4.9.	Validasi Model Simulasi .....	61
BAB V PEMBAHASAN .....		63
5.1.	Temuan Utama .....	63
5.1.1.	Pengembangan Model Pengukuran Indeks Kesiapan Industri 4.0 Pada Distribusi Tenaga Listrik.....	63
5.1.2.	Pengembangan Model Konseptual dan <i>Framework Data Analytic</i> ....	67
5.1.3.	Penyebab belum optimalnya nilai SAIDI berdasarkan <i>Data Analytic</i>	68
5.2.	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu .....	69
5.3.	Implikasi Industri .....	72
5.4.	Keterbatasan Penelitian .....	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		75
6.1	Kesimpulan.....	75
6.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA .....		76
LAMPIRAN.....		82

## DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Indeks Kesiapan I4.0 Dibeberapa Negara .....	11
Table 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	21
Table 2. 3 State Of The Art .....	24
Table 2. 4 Lima Penelitian Yang Paling Mendekati.....	26
Tabel 3. 1 Daftar Variabel Indeks Kesiapan I4.0 di Seluruh Dunia.....	30
Tabel 3. 2 Variabel Yang Dipilih Sebagai Pengambil Data dan Informasi.....	31
Table 4. 1 Variabel dan Indikator Indeks Kesiapan I4.0.....	36
Table 4. 2 Hasil Uji Validitas dengan menu <i>corelations</i> .....	38
Table 4. 3 Uji Reliabilitas dengan item analysis .....	39
Table 4. 4 Level Tingkat Kesiapan.....	41
Table 4. 5 Contoh Pertanyaan Untuk Responden.....	42
Table 4. 6 Analisis PQR .....	48
Table 4. 7 Analisis CATWOE.....	48
Table 4. 8 Perbandingan dengan Real World.....	53
Table 4. 9 Kebutuhan Data Analytic .....	57
Table 5. 1 Usulan Pembagian Tugas Terkait Manajemen Data .....	68
Table 5. 2 Penyebab Pemadaman Tidak Terencana Yang Berkontribusi Pada Nilai SAIDI.....	69
Table 5. 3 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu .....	70
Table 5. 4 Potensi Penyelamatan Penerapan <i>Data Analytic</i> .....	72

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Realisasi SAIDI dan SAIFI di PLN, TNB dan MERALCO Tahun 2020 (Data Diolah, 2021) .....	2
Gambar 1. 2 Perhitungan rasio CAIDI dan Panjang jaringan distribusi (KMS) (Data Diolah, 2021) .....	2
Gambar 1. 3 Dimensi Smart Grid dan Smart Grid Index .....	3
Gambar 1. 4 Cause Effect Diagram SAIDI PLN .....	4
Gambar 1. 5 Hasil Survei PLN Terkait dengan Permasalahan Data (Data diolah, 2021) .....	5
Gambar 2. 1 Empat Element Teknologi <i>I4.0</i> (Schuh et al, 2020) .....	9
Gambar 2. 2 Sebelas Teknologi <i>Pada I4.0</i> (Li et al., 2016).....	10
Gambar 2. 3 Tiga V's Big Data, volume, variasi, dan kecepatan (Russom, 2011)..	14
Gambar 2. 4 Hirarki D-I-K-W Menurut (Rowley, 2007).....	15
Gambar 2. 5 Empat Tipe Data Analitik (kdnuggets, 2017).....	16
Gambar 2. 6 Proses Kontrol Penyaluran Tenaga Listrik Yang Menghasilkan Big Data (Zhou et al., 2015) .....	17
Gambar 2. 7 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik (Sumber : National Energy Education Development) .....	17
Gambar 2. 8 Model konseptual Asset Management ((iam, 2015).....	18
Gambar 2. 9 Paramater Asset Management ((iam, 2015) .....	19
Gambar 2. 10 Tahapan Soft System Methodology (Fernando V, 2021).....	20
Gambar 2. 11 Industri Yang Menjadi Rujukan .....	27
Gambar 2. 12 Kerangka Pemikiran .....	28
Gambar 3. 2 Dimensi Model Terapan Data Analytic Sebagai dasar Framework ....	32
Gambar 3. 3 Metode Triangulasi (Sugiyono, 2019).....	33
Gambar 3.4 Langkah-langkah Penelitian .....	35
Gambar 4. 1 Pemberian penjelasan dan sosialisasi data survei.....	37
Gambar 4. 2 Sebaran Responden Yang Mewakili Unit PLN.....	41
Gambar 4. 3 Spider Chart Indeks Kesiapan I4.0 Pada Distribusi Tenaga Listrik ...	43
Gambar 4. 4 Kuadran Kesiapan Intangible Vs Tangible I4.0 (Sumber : Modifikasi dari kuadran SWOT dan Sen et al., 2019.....	44
Gambar 4. 5 Rich Picture Diagram .....	46
Gambar 4. 6 Model Konseptual Data Life Cycle sebagai dasar pembuatan framework Data Analytic.....	51
Gambar 4. 7 Survei Data Life Cycle .....	52

Gambar 4. 8 Framework Data Analytic Dengan Datawarehouse .....	56
Gambar 4. 9 Penggabungan Dua Table Berbeda Aplikasi dengan Primary Key .....	58
Gambar 4. 10 Dashboard Peta Pohon dan Kondisi Konstruksi Aset .....	59
Gambar 4. 11 Dashboard Kondisi Kesehatan Aset .....	59
Gambar 5. 1 Hubungan Smart Grid, Industry 4.0 dan Keandalan (Reliability) (Fernando, 2021).....	63
Gambar 5. 2 Indeks Kesiapan I4.0 Distribusi Tenaga Listrik .....	65



U N I V E R S I T A S  
MERCU BUANA

## LAMPIRAN

Variabel Index Kesiapan I4.0 Untuk Distribusi Tenaga Listrik.....	79
Daftar Pertanyaan I4.0.....	81
Daftar Pertanyaan <i>Data Life Cycle</i> .....	85
Diskusi Pemelihan Parameter Kesiapan Teknologi Industri 4.0 Distribusi Tenaga Listrik.....	86
Lampiran PQR dari Soft System Methodolgy.....	87
Lampiran Data APKT dan Data Dashboard.....	89
Lampiran Penilaian Industri 4.0 PLN Maret 2022 Oleh Kemenperin.....	89



U N I V E R S I T A S  
M E R C U B U A N A

## ABSTRACT

Energy transformation is known as 3D, namely: decarbonisation, decentralisation, and digitalisation. These three things encourage the importance of using technology such as artificial intelligence and big data. The increasing number of electricity consumers in Indonesia with various devices that absorb electrical energy, such as electric vehicles, electric stoves, LED technology, and other modern equipment, requires the State Electricity Company (PLN) to provide reliable and efficient electricity. In order to ensure the fulfillment of the electricity needs of all Indonesians, PLN has the responsibility to improve the quality of services as well as carry out the task of providing adequate electricity for all Indonesians. The electricity company's service indicator is called the System Average Interruption Duration Index (SAIDI). PLN's SAIDI value in 2020 is 763.13 minutes/customer, and it is higher than in other countries. One of the ways to reduce the value of SAIDI is to implement industrial 4.0 technology that can help reduce the duration of blackouts or potential outages. In implementing technology, it is necessary to refer to any technology that can reduce the value of SAIDI. In this study, the author makes a measuring instrument for the readiness of industrial technology 4.0 in the distribution of electric power, as well as its implementation in the form of a conceptual model. The method used is descriptive-quantitative by conducting surveys and simulations. The results of the research show that the industrial 4.0 readiness measurement tool can be a reference in the implementation of technology in electricity companies and can find improvement points, especially in analytical data technology.

*Keywords:* 3D, decarbonisation, decentralisation, dan digitalisation, SAIDI, Industry 4.0, Data Analytics

U N I V E R S I T A S  
M E R C U B U A N A

## ABSTRAK

Transformasi energi dikenal dengan istilah 3D, yaitu: dekarbonisasi, desentralisasi, dan digitalisasi. Ketiga hal tersebut mendorong pentingnya penggunaan teknologi seperti kecerdasan buatan dan *big data*. Meningkatnya jumlah konsumen listrik di Indonesia dengan berbagai perangkat yang menyerap energi listrik seperti kendaraan listrik, kompor listrik, teknologi LED, dan peralatan modern lainnya menuntut Perusahaan Listrik Negara (PLN) harus menyediakan listrik yang andal dan efisien. Dalam rangka memastikan terpenuhinya kebutuhan listrik seluruh masyarakat di Indonesia, PLN memiliki tanggung jawab untuk memperbaiki kualitas layanan, serta melaksanakan tugas penyediaan tenaga listrik yang memadai bagi seluruh masyarakat Indonesia. Indikator layanan Perusahaan Listrik disebut dengan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) atau durasi indeks lama padam. Nilai SAIDI PLN tahun 2020 adalah 763,13 menit/pelanggan, dan lebih tinggi dibandingkan dengan Negara lain. Untuk menekan nilai SAIDI salah satunya adalah dengan mengimplementasikan teknologi industri 4.0 yang bisa membantu menekan durasi padam atau potensi padam. Dalam mengimplementasikan teknologi maka dibutuhkan acuan teknologi apa saja yang bisa menurunkan nilai SAIDI. Pada penelitian ini penulis membuat alat ukur kesiapan teknologi industri 4.0 pada distribusi tenaga listrik, serta implementasi dalam bentuk model konseptual. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan melakukan survey serta simulasi. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa alat ukur kesiapan teknologi industri 4.0 dapat menjadi acuan dalam implementasi teknologi di Perusahaan listrik dan bisa mengetahui titik perbaikannya khususnya pada teknologi data analitik.

Kata Kunci : 3D, dekarbonisasi, desentralisasi, dan digitalisasi, SAIDI, Industri 4.0, *Data Analytic*

U N I V E R S I T A S  
M E R C U B U A N A

## PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Very Fernando  
NIM : 55320110022  
Program Studi : Magister Teknik Industri.

dengan judul

*"I4.0 Readiness Index in Electric Power Distribution in Serving Modern Consumers"*,  
telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal tgl/bln/thn,  
didapatkan nilai persentase sebesar 15 %.

Jakarta, 12 Februari 2022

Administrator Turnitin



Arie Pangudi, A.Md

# MERCU BUANA