

FRAMEWORK PENILAIAN INDEKS AVAILABILITY DAN KUALITAS DAYA PADA TITIK SAMBUNG PELANGGAN INDUSTRI I4 DI GARDU INDUK PLN

Istiqomah¹⁾, Brian Bramantyo S.D.A. Harsono²⁾, Muhammad Ridwan³⁾

^{1,2,3} Perusahaan Listrik Negara

Email: istiqomah94@pln.co.id¹⁾, brian.adiputro@pln.co.id²⁾, muhammad.ridwan@pln.co.id³⁾

Nomor Telp : +62 823 3732 9867¹⁾

Asal Negara: Indonesia

ABSTRAK

Berdasarkan buku statistik Perusahaan Listrik Negara (PLN) 2021, diketahui pelanggan industri I3 dan I4 memberikan *income* 92% dari pendapatan industri, walaupun total pelanggan industri I3 dan I4 hanya 9,4% dari total keseluruhan industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan *framework* penilaian indeks *availability* dan kualitas daya pada titik sambung pelanggan industri di Gardu Induk milik PLN. Hal tersebut diharapkan dapat menjadi masukan untuk peningkatan keandalan dan kualitas tenaga listrik. Metodologi yang digunakan adalah studi literatur, diskusi dengan narasumber terkait untuk penentuan parameter, pengambilan data serta uji coba dan analisis hasil uji coba *framework*. Berdasarkan hasil uji coba *framework* penilaian pada 15 pelanggan I4 di kawasan industri Bekasi, Karawang, dan Purwakarta dapat diketahui bahwa terdapat dua pelanggan masuk pada kuadran 1 (pelanggan memiliki *availability* dan kualitas daya yang baik), tiga pelanggan masuk pada kuadran 2 (pelanggan memiliki *availability* yang baik, namun kualitas dayanya masih perlu ditingkatkan), delapan pelanggan masuk pada kuadran 3 (pelanggan memiliki *availability* masih perlu ditingkatkan, namun kualitas dayanya yang baik), dan dua pelanggan masuk pada kuadran 4 (pelanggan memiliki *availability* dan kualitas daya yang perlu ditingkatkan). Dua pelanggan yang masuk pada kuadran 4 perlu adanya evaluasi lebih lanjut oleh PT PLN (Persero).

Kata kunci: *framework*, penilaian indeks, kualitas daya, *availability*, industri

ABSTRACT

Based on the Perusahaan Listrik Negara (PLN) 2021 statistics book, it is known that industrial customers I3 and I4 provide 92% of income from industry revenue, even though the total industrial customers I3 and I4 are only 9,4 of the industry total. The purpose of this study is to obtain a framework for assessing the availability index and power quality at industrial customer connection points at PLN's substations. This is expected to be input for improving the quality and improvement of electric power. The methodology used is a literature study, discussions with relevant sources for parameter determination, data collection as well as testing and analysis of the results of the framework trials. Based on the results of testing the assessment framework on 15 customers I4 in the Bekasi, Karawang, and Purwakarta industrial areas, there are two customers entering quadrant 1(customers have good availability and power quality), three customers enter in quadrant 2 (customers have good availability, but their power quality still needs to be improved), eight customers enter in quadrant 3 (customers have availability still needs to be improved, but the power quality is good), when two customers enter in quadrant 4 (customers have availability and power quality that need to be improved). Two customers who are in quadrant 4 need further evaluation by PT PLN (Persero).

Keywords: *framework*, index rating, power quality, *availability*, industry.

1. PENDAHULUAN

Menurut IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices, permasalahan kualitas daya listrik merupakan penyimpangan pada tegangan, arus dan frekuensi yang mengakibatkan kegagalan operasi ataupun kesalahan operasi pada peralatan-peralatan yang berdampak pada konsumen. Berdasarkan buku statistik PLN 2021, dapat diketahui bahwa pelanggan industri I3 dan I4 memberikan *income* terbesar bagi Perusahaan Listrik Negara (PLN) walaupun total pelanggannya hanya 9,4% dari total keseluruhan industri. Berdasarkan data penelitian Habibie, dkk (2020), Jintaka, dkk (2020) dan Ridwan, dkk (2020),

diketahui sejumlah industri I4 di pulau Jawa menyampaikan keluhan perihal kualitas daya. Guna mendukung inisiatif perihal "*customer focused*", PLN berupaya untuk meningkatkan kualitas tenaga listrik yang disalurkan kepada pelanggan. Berdasarkan hasil penelitian Purnomoadi, dkk (2020), dapat diketahui bahwa pelanggan industri menyumbang sebesar 92% dari pendapatan industri di Pulau Jawa. PLN sebagai penyedia daya pada pelanggan tersebut berkomitmen ingin memberikan pelayanan yang terbaik. Dari total 110 industri I4 dengan jenis pelanggan industri yang beragam termasuk dengan kebutuhan kualitas listrik yang

diperlukan, maka diperlukan suatu *framework* untuk melakukan penilaian indeks *availability* dan kualitas daya pada titik sambung pelanggan industri I4 di Gardu Induk milik PLN. Hal tersebut diharapkan dapat menjadi masukan dalam upaya peningkatan kualitas tenaga listrik dari pelanggan industri eksisting maupun sebagai gambaran kualitas daya listrik bagi pelanggan industri baru yang akan tersambung pada suatu Gardu Induk PLN. Dalam penelitian ini, pelanggan industri yang akan dievaluasi adalah sejumlah pelanggan industri I4 yang berada di pulau Jawa. Menurut Sallam dan Malik (2019) terdapat tiga kelas permasalahan kualitas daya, yaitu masalah yang dihasilkan oleh utilitas listrik menyebabkan masalah pada konsumen, masalah yang dihasilkan oleh konsumen menyebabkan masalah pada konsumen lain dan masalah yang dihasilkan konsumen dan menyebabkan masalah pada peralatan itu sendiri. Terdapat acuan standar IEE 1159-2019 yang menjelaskan terkait beberapa kategori dan tipikal karakteristik kualitas daya diantaranya adalah *transient*, *sag*, *swell*, *undervoltage*, *overvoltage* dan *interruption*.

Tujuan dari penelitian kali ini adalah untuk mendapatkan *framework* penilaian indeks *availability* dan kualitas daya pada titik sambung pelanggan industri I4 di Gardu Induk PLN. Metodologi yang digunakan dalam penelitian adalah studi literatur terhadap penelitian sebelumnya serta referensi/standar lain yang terkait, diskusi dengan narasumber terkait untuk penentuan parameter, pengambilan data serta uji coba dan analisis hasil uji coba *framework*.

2. PARAMETER PENILAIAN

Parameter penilaian pada kajian ini mempertimbangkan dua aspek, yaitu aspek *availability* dan aspek kualitas daya. Penjelasan masing-masing penilaian dapat dinyatakan sebagai berikut:

- Availability* (parameter yang berkaitan dengan keandalan pasokan listrik pada titik *Point of Common Coupling* (PCC), meliputi: jumlah sumber yang terhubung pada titik PCC dan Kerawanan dari titik PCC.
- Kualitas daya (kualitas daya yang berkaitan langsung dengan pelanggan I4), meliputi: *dip/sag* dan *swell*, *time clearance* menurut *gridcode*, dan laporan keluhan dari pelanggan.

2.1. Framework Penilaian Availability

Penilaian *availability* mengacu pada kerawanan sistem dalam buku kerawanan PLN Unit Induk Pusat Pengaturan Beban (UIP2B) dan topologi jaringan pada pelanggan tersebut yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.1.1. Penilaian Berdasarkan Jumlah Sumber yang Terhubung Pada Titik PCC

Berdasarkan topologi jaringan, terdapat lima peluang konfigurasi jaringan dari pelanggan I4. *Framework* penilaian jumlah sumber terhubung pada titik PCC dinyatakan pada Tabel 1. Konfigurasi 2 merupakan batas konfigurasi untuk kontingensi N-2 sedangkan konfigurasi 4 merupakan batas konfigurasi untuk kontingensi N-1.

Tabel 1. Penilaian pada masing-masing jumlah *line* dan gardu induk lawan.

Peluang Konfigurasi	Jumlah Line	Jumlah GI Lawan	Nilai (P_{source})
1	4	2	100%
2	3	2	83,4%
3	2	2	66,6%
4	2	1	50%
5	1	1	40%

Apabila semakin tinggi nilai P_{source} , maka konfigurasi sistem pada titik PCC dianggap semakin andal.

2.1.2. Penilaian Berdasarkan Kerawanan Dari Titik PCC

Salah satu sumber yang digunakan sebagai *framework* penilaian *availability* adalah kerawanan sistem & subsistem Jawa, Madura dan Bali 2021 pada Buku Kerawanan Sistem & Subsistem Jawa, Madura, dan Bali 2020, Buku Kerawanan Sistem & Subsistem Jawa, Madura, dan Bali 2021 dan topologi jaringan pada pelanggan tersebut. Penentuan *tier* dimulai dari sumber utama pembangkit 500 kV, transmisi 500 kV sampai IBT 500/150 kV. Pada *tier*-1 penghantar mengartikan kondisi penghantar “rawan”. Dikatakan rawan adalah ketika beban lebih dari 50% dan N-1 & N-2 tidak terpenuhi.

Tabel 2. Penilaian pada masing-masing jumlah *line* dan gardu induk lawan

Tier	P_{Tier}
6	100%
5	90%
4	80%
3	70%
2	60%
1	50%

Framework penilaian kerawanan dari titik PCC dinyatakan pada Tabel 2. Semakin rendah nilai P_{Tier} , maka semakin rawan suatu subsistem dan perlu dijaga agar tidak berdampak pada subsistem lain dibawah penghantar tersebut.

2.2. Framework Penilaian Kualitas Daya

Penilaian kualitas daya mengacu pada *dip/sag* dan *swell*, *time clearance* menurut *gridcode*, serta

laporan keluhan dari pelanggan yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.2.1 Penilaian *Dip/sag* dan *Swell* Berdasarkan Kurva *Information Technology Industry Council* (ITIC)

Metode penilaian parameter kualitas daya yang digunakan pada kajian ini mengacu pada kurva ITIC. Kurva ITIC merupakan standar yang digunakan untuk menilai apakah suatu kondisi peralatan listrik dalam keadaan aman atau tidak aman sehingga mengganggu kinerja peralatan tersebut. Pada penelitian Habibie, dkk (2020) dinyatakan bahwa kurva ITIC dibagi menjadi tiga daerah, yaitu:

- Daerah “*No interruption in function region*”, mencakup daerah *steady state* dengan nilai toleransi kurang lebih 10% dari nilai nominal.
- Daerah “*prohibited*”, mencakup keadaan *swell* dan *surge* yang melebihi batas kurva.
- Daerah “*No damage*”, mencakup keadaan *sag* dan *dropouts* dimana tegangan yang dihasilkan terus menerus menurun, sehingga kurang dari batas bawah toleransi.

Framework yang digunakan untuk menilai kualitas daya pada titik PCC dengan menggunakan acuan ITIC dapat dilihat pada persamaan (1).

$$P_{ITIC} = \frac{\text{Jumlah kejadian pass}}{\text{total kejadian PQ}} \quad (1)$$

Semakin tinggi nilai P_{ITIC} , maka semakin banyak kejadian *dip/sag* dan *swell* yang berada pada zona *pass* ITIC (kejadian *dip/sag*, *swell* tersebut tidak mengganggu operasi peralatan).

2.2.2 Penilaian Berdasarkan Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik.

Metode penilaian *time clearance* gangguan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2020 Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik atau yang dapat disebut dengan *gridcode*. Dalam *gridcode* dinyatakan bahwa waktu pemutusan gangguan di sisi pengguna jaringan tenaga listrik yang tersambung langsung dengan jaringan transmisi milik PLN, mulai dari terjadinya gangguan sampai terbukanya Pemutus Tenaga (PMT), harus kurang dari atau sama dengan 120 ms untuk 150 kV dan 150 ms untuk 66 kV. *Framework* yang digunakan untuk menilai *time clearance* gangguan dinyatakan pada persamaan (2) dan persamaan (3).

$$P_{\text{gridcode } 150 \text{ kV}} = \frac{\text{Total kejadian PQ} \leq 120\text{ms}}{\text{total kejadian PQ}} \quad (2)$$

$$P_{\text{gridcode } 66 \text{ kV}} = \frac{\text{Total kejadian PQ} \leq 150\text{ms}}{\text{total kejadian PQ}} \quad (3)$$

Semakin tinggi nilai P_{gridcode} , maka semakin banyak gangguan yang di *clear*-kan sebelum batas waktu

yang dinyatakan pada *gridcode* (kejadian gangguan tersebut masih berada pada waktu kerja sistem proteksi).

2.2.3 Penilaian Berdasarkan Data Keluhan Pelanggan Dari *Priority Account Exsecutive* (PAE).

Selain ITIC dan *Gridcode*, penilaian kualitas daya yang digunakan adalah berdasarkan data keluhan pelanggan yang didapatkan dari *Priority Account Exsecutive* (PAE). Data keluhan pelanggan diambil pada rentang satu tahun. *Framework* yang digunakan untuk menilai keluhan pelanggan dinyatakan pada persamaan (4).

$$P_{\text{keluhan}} = \frac{\text{kejadian PQ tidak menyebabkan gangguan}}{\text{total kejadian PQ}} \quad (4)$$

Semakin tinggi nilai P_{keluhan} , maka semakin banyak kejadian *dip/sag* dan *swell* yang tidak menyebabkan gangguan pada pelanggan.

2.3. *Framework* Penilaian *Availability* Total dan Kualitas Daya

Dari *framework* penilaian yang telah dijelaskan pada sub bab 2.1 dan 2.2, maka *framework* penilaian *availability* total dan kualitas daya total dapat dilihat pada persamaan (5) dan (6).

$$P_{\text{availability total}} = P_{\text{source}} \times P_{\text{Tier}} \quad (5)$$

$$P_{\text{kualitas daya total}} = P_{ITIC} \times P_{\text{grid code}} \times P_{\text{keluhan}} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba *framework* penilaian dilakukan pada sejumlah pelanggan industri I4 yang berada di daerah Karawang, Bekasi dan Purwakarta. Sebagian pelanggan tersebut terhubung pada titik PCC 150 kV, sementara yang lain terhubung pada PCC 66 kV. Hasil uji coba *framework* penilaian *availability* dan kualitas daya dari pelanggan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Uji *Framework* Penilaian *Availability*

Nama Industri	P_{Tier}	P_{source}	$P_{\text{availability total}}$
PT A	80%	66,6%	53%
PT B	80%	40%	32%
PT C	90%	40%	36%
PT D	80%	40%	32%
PT E	80%	100%	80%
PT F	60%	66,6%	40%
PT G	50%	100%	50%
PT H	60%	50%	30%
PT I	90%	66,6%	60%
PT J	90%	66,6%	60%
PT K	90%	50%	45%
PT L	70%	50%	35%
PT M	60%	100%	60%
PT N	60%	50%	30%
PT O	100%	50%	50%

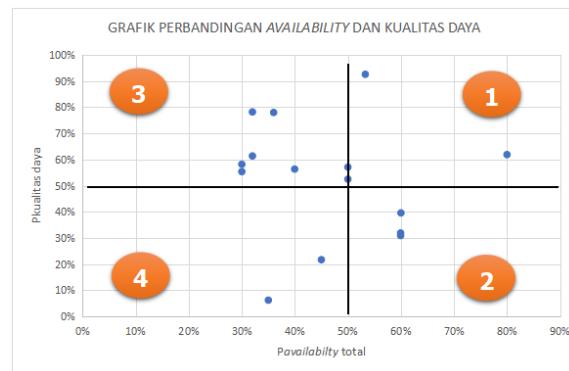
Tabel 4. Uji Framework Penilaian Kualitas Daya

Nama Industri	P _{titik}	P _{gridcode}	P _{keluhan}	P _{kualitas daya total}
PT A	96%	97%	100%	93%
PT B	87%	90%	100%	78%
PT C	87%	90%	100%	78%
PT D	85%	74%	97%	61%
PT E	76%	83%	98%	62%
PT F	66%	86%	100%	56%
PT G	75%	70%	100%	53%
PT H	89%	63%	100%	55%
PT I	51%	62%	100%	32%
PT J	49%	63%	100%	31%
PT K	38%	56%	100%	22%
PT L	16%	40%	97%	6%
PT M	50%	79%	100%	40%
PT N	69%	84%	100%	58%
PT O	76%	76%	100%	57%

Pada Tabel 3, skor *availability* yang semakin rendah menunjukkan bahwa keandalan pasokan sistem tenaga listrik pada titik PCC tersebut perlu ditingkatkan. Berdasarkan hasil uji coba penilaian pada 15 pelanggan, pelanggan dengan skor *availability* paling tinggi adalah pada PT E sementara pelanggan dengan skor *availability* paling rendah adalah PT H dan PT N. Pada Tabel 4, skor kualitas daya semakin rendah menunjukkan bahwa titik PCC tersebut perlu mendapatkan perbaikan kualitas daya. Berdasarkan hasil uji coba penilaian pada 15 pelanggan, pelanggan dengan skor kualitas daya paling tinggi adalah PT A sementara pelanggan dengan skor kualitas daya paling rendah adalah PT L.

Skor *availability* dan skor kualitas daya yang diperoleh pada Tabel 3 dan Tabel 4, dapat ditampilkan menjadi empat kuadran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penjelasan masing-masing kuadran dapat dinyatakan sebagai berikut:

- Kuadran 1: pelanggan yang berada pada kuadran ini memiliki *availability* dan kualitas daya yang baik
- Kuadran 2: pelanggan yang berada pada kuadran ini memiliki *availability* yang baik, namun kualitas dayanya masih perlu ditingkatkan
- Kuadran 3: pelanggan yang berada pada kuadran ini memiliki *availability* masih perlu ditingkatkan, namun kualitas dayanya yang baik
- Kuadran 4: pelanggan yang berada pada kuadran ini memiliki *availability* dan kualitas daya yang perlu ditingkatkan.

Gambar 1. Perbandingan Daerah *availability* dan Kualitas Daya

Berdasarkan hasil analisis lebih lanjut dapat diketahui bahwa terdapat dua pelanggan masuk pada kuadran 1 (PT A dan PT E), tiga pelanggan masuk pada kuadran 2 (PT I, PT J, dan PT M), delapan pelanggan masuk pada kuadran 3 (PT B, PT C, PT D, PT F, PT H, dan PT N), dua pelanggan masuk diantara kuadran 1 dan 3 (PT G dan PT O) dan dua pelanggan masuk pada kuadran 4 (PT L dan PT K). Dengan mempertimbangkan bahwa *availabilitas* pasokan perlu ditingkatkan terlebih dahulu sebelum dilakukan perbaikan layanan kualitas daya, maka urutan pelanggan yang dapat dievaluasi lebih lanjut oleh PT PLN (Persero) dimulai dari pelanggan yang masuk pada kuadran 4, kuadran 3, kemudian kuadran 1. Metode peningkatan *availability* dan kualitas daya pada titik PCC pelanggan dapat dievaluasi lebih lanjut pada kajian terpisah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

- Telah disusun framework penilaian *availability* dan penilaian kualitas daya berdasarkan parameter-parameter terkait. Berdasarkan hasil uji coba penilaian pada 15 pelanggan untuk wilayah industri Bekasi, Karawang, dan Purwakarta, dapat diketahui bahwa pelanggan dengan skor *availability* paling tinggi adalah pada PT E sementara pelanggan dengan skor *availability* paling rendah adalah PT H dan N. Pelanggan dengan skor kualitas daya paling tinggi adalah PT A sementara pelanggan dengan skor kualitas daya paling rendah adalah PT L.
- Berdasarkan hasil analisis lebih lanjut dapat diketahui bahwa terdapat dua pelanggan masuk pada kuadran 1 (pelanggan memiliki *availability* dan kualitas daya yang baik), tiga pelanggan masuk pada kuadran 2 (pelanggan memiliki *availability* yang baik, namun kualitas dayanya masih perlu ditingkatkan), delapan pelanggan masuk pada kuadran 3 (pelanggan memiliki *availability* masih perlu ditingkatkan, namun kualitas dayanya yang baik), dan dua pelanggan masuk pada kuadran 4 (pelanggan memiliki *availability* dan kualitas daya yang perlu

ditingkatkan). Dua pelanggan yang masuk pada kuadran 4 (PT L & PT K) dapat dievaluasi lebih lanjut oleh PT PLN (Persero).

4.2 Saran

1. *Framework* penilaian *availability* dan kualitas daya dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter lain yang belum dievaluasi pada penelitian ini.
2. Evaluasi pada pelanggan yang masuk pada kuadran 4, 3, dan 2 dapat dilakukan secara komprehensif pada kajian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Association, I. S. (2012). *IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices*, New York
- Buku Kerawanan Sistem & Subsistem Jawa, Madura, dan Bali 2020. UIP2B.
- Buku Kerawanan Sistem & Subsistem Jawa, Madura, dan Bali 2021. UIP2B.
- Habibie, A. S. Ridwan, M. (2021). Studi Permasalahan Kualitas Daya Untuk Peningkatan Mutu Penyaluran Listrik di Pulau Jawa: Studi Kasus Pelanggan I4 Regional Jawa Timur. PT PLN (Persero) Pusat Penelitian Pengembangan Ketenagalistrikan.
- IEEE Std 1159-2019, *IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*.
- Jintaka, D. R., Habibie, A. S., Pramana, P. A. A., Harsono, B. B. S. D. A. (2021). Studi Permasalahan Kualitas Daya untuk Peningkatan Mutu Penyaluran Listrik di Pulau Jawa: Studi Kasus Pelanggan I4 Regional Jawa Tengah & DIY. PT PLN (Persero) Pusat Penelitian Pengembangan Ketenagalistrikan.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2020 Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grid code).
- Purnomoadi, A. P., Tambunan, H. B., Pramana, P. A. A., Tofani, K. M., Surya, A. S. (2020). Desain Pelistrikan Untuk Meningkatkan Pelayanan Pelanggan & Peningkatan Revenue PLN: *Case Study* Pelanggan Industri I4. PT PLN (Persero) Pusat Penelitian Pengembangan Ketenagalistrikan.
- Ridwan, M., Habibie, A. S., Jintaka, D. R., Surya, A. S. (2021). Studi Permasalahan Kualitas Daya untuk Peningkatan Mutu Penyaluran Listrik di Pulau Jawa: Studi Kasus Pelanggan I4 di Banten, DKI Jakarta dan Jawa Barat. PT PLN (Persero) Pusat Penelitian Pengembangan Ketenagalistrikan.
- Sallam, A. A. dan Malik, O. P. (2019), *Electric Distribution Systems. Second Edition*”, The Institute of Electrical and Electronics Engineer.
- Statistik PLN (2021), Sekretariat perusahaan PT PLN (Persero)