

Kajian Manajerial Efektifitas Pemeliharaan Jaringan dan Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Uji ANOVA

Hari kaptono Adi^{1*}

¹PLN UPDL Banjarbaru

Jl. A. Yani No.KM 32, Loktabat Utara, Kota Banjar Baru, Kalimantan Selatan 70721

* hari.kaptonoadi@pln.co.id

Abstract: PT PLN (Persero) is an electricity company which is supporting develop and industrial sector in Indonesia. Process Business PLN starts from power plant, Transmission and distribution until Retail to Customers. For Supply the needed for customer in electricity power, PLN keep the reliability electricity network for fulfil it. The Quality of electric power distribution based on several factors, which is material, maintain, operating procedures, protection instrument and also network configuration. There is one way to cares about electricity service is managing distribution transformer maintenance. After maintenance activities, it is necessary to evaluate the distribution transformer maintenance activities that have been carried out, whether the maintenance activities have impact or not on management, this is measured by the quality of the voltage and the rupiah per kWh that can be distributed and is denominated in rupiah. The destination or goal of this study is to find out the grid and transformer maintenance had impact to network or not. The answer for thi cased can be done statistically with using the ANOVA test. Based on result, Minitab results the value about $0.321 > \alpha = 0.05$ and the results of the autocorrelation do not show plots that are outside the lines or margins. It means if the maintenance activities for 20 kV distribution transformer made an impact for compay's revenue. This means that maintenance activities affect the company's income. Therefore, the maintenance factor affects the company's income. Thus, it can be the main focus for improving distribution reliability by doing transformer 20 kV maintenance.

Keywords: Upkeep Distribution grid, ANOVA, Transformer.

Abstrak: PT PLN (Persero) merupakan perusahaan tenaga listrik yang mendukung sektor pembangunan dan industri di Negara Indonesia. Proses bisnis mulai dari sisi pembangkitan, transmisi dan distribusi hingga retail. Diperlukan sistem yang handal agar pasokan kelistrikan ke pelanggan tetap stabil. Kualitas material, model operasi, sistem proteksi merupakan faktor yang mempengaruhi kehandalan jaringan listrik. Pemeliharaan Transformator merupakan cara untuk mempertahankan pelayanan kelistrikan. Penilaian terhadap kegiatan pemeliharaan transformator distribusi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan pemeliharaan berdampak atau tidak bagi manajemen hal ini diukur dari kualitas tegangan dan rupiah per kwh yang bisa disalurkan dan dinominalkan dalam rupiah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan kajian apakah berdampak atau tidaknya kegiatan pemeliharaan secara statistik melalui uji ANOVA. Adanya kajian ini akan memberikan gambaran kegiatan pemeliharaan berdampak atau tidak terhadap keuntungan. Untuk ilmiah ini sumber data yang digunakan adalah sample atau contoh yang dikelola berdasarkan tinjauan unit yang dituju. Dari hasil pengujian diperoleh hasil minitab didapatkan nilai $0.321 > \alpha = 0.05$ dan hasil autokorelasi tidak terlihat plot yang diluar garis atau margin. Artinya kegiatan pemeliharaan transformator distribusi 20 KV pada Unit pengambilan data berdampak ke revenue perusahaan. Sehingga, kegiatan pemeliharaan Transformator Distribusi juga dapat berdampak untuk perusahaan. Sehingga, hal ini dapat menjadi fokus utama untuk meningkatkan keandalan distribusi dengan selalu melakukan kegiatan pemeliharaan transformator distribusi 20 KV.

Kata kunci : pemeliharaan Transformator distribusi, ANOVA, Transformator.

I. PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) adalah perusahaan yang berfokus sebagai penyedia pelayanan listrik bagi pelanggan di Indonesia. Proses bisnis PLN meliputi pembangkit, transmisi dan distribusi. Kehandalan jaringan menjadi fokus perusahaan untuk menyediakan listrik dari hulu hingga hilir. Untuk mencapai keandalan salah satu hal perlu dilakukan adalah kegiatan pemeliharaan terhadap jaringan [1]. Pemeliharaan Jaringan selain di sisi Tegangan Menengah juga pada sisi Transformator 20 kV. Untuk meninjau keefektifan maka pasca kegiatan pemeliharaan akan dilakukan penilaian terhadap kegiatan tersebut apakah berdampak atau tidak [2]. Kehandalan sistem distribusi yang mencakup jaringan listrik dan Transformator 20 kV beserta peralatan pendukungnya diperlukan sebagai pencegahan untuk

mengatasi beban yang mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan perekonomian dan jumlah penduduk. Pelayanan distribusi merupakan pelayanan yang paling dekat dengan sisi pelanggan [3].

Pemeliharaan yang dilakukan secara sistematis dengan perencanaan teratur dan memiliki jadwal teratur disebut dengan Pemeliharaan yang preventif [4]. Untuk pemeliharaan jaringan distribusi sesuai dengan SE DIR 0017 dengan standar prosedur yang ditetapkan perusahaan. Sedangkan, pemeliharaan Transformator harus sesuai dengan aturan SE DIR 0018 sesuai dengan standar operasional prosedur yang ditetapkan perusahaan [5]. Untuk memberikan penilaian dan memberikan informasi apakah pemeliharaan jaringan dan transformator memiliki dampak atau tidak maka dilakukan pengujian statistik adalah melalui uji ANOVA. Berdasarkan penulis akan meninjau kajian dari kegiatan pemeliharaan Jaringan dan Transformator dengan menggunakan teori Anova.

Untuk mengetahui efektif atau tidaknya dari kegiatan pemeliharaan yang telah dilakukan berdasarkan database kegiatan jaringan melalui uji ANOVA [6].

Hasil dari penelitian, penggunaan pengujian ANOVA memakai aplikasi Minitab agar memberikan penilaian apakah kegiatan pemeliharaan memiliki dampak atau tidak terhadap keuntungan di perusahaan PLN (Persero),

II. METODE PENELITIAN

A. Jaringan Distribusi

Negara Indonesia sektor kelistrikan bidang distribusi meliputi jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 220/380 V. Sisi 20 KV berasal dari Gardu Induk 20 Kv hingga ke pelanggan dengan tegangan rendah. Penarikan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Redah (JTR) melalui penghantar udara sampai penghantar kabel kepada pelanggan. Jenis-jenis jaringan yang ada di Indonesia adalah Spindel, Loop dan Radial sedangkan jenis jaringan yang sederhana adalah radial dengan satu penyulang menghubungkan sumber ke sisi beban. Jaringan yang disupply dari dua gardu hubung disebut juga dengan jaringan Spindel salah satu gardu hubung sebagai supply ke beban. Sedangkan untuk Jaringan Loop berbentuk lingkaran dengan terhubung ke Loadbreak switch (LBS) dan terhubung antarpensulang sehingga terdapat supply cadangan kepada beban. Pola sistem satu penyulang atau radial dan lingkaran atau ring merupakan jenis dari spindel. Beberapa penyulang dan sumber tegangan dari gardu induk terdekat serta berakhir di Gardu Hubung (GH) disebut juga merupakan jaringan spindel. Relokasi gangguan agar dapat menjadi lebih mudah dapat menggunakan jaringan spindel karena jaringan tersebut andal serta dapat disupply dari beberapa penyulang lain dan gardu hubung (GH) [2]. Perlunya kegiatan pemeliharaan di perusahaan PLN secara rutin diharuskan untuk menjaga kehandalan jaringan dengan mengacu pada SE DIR diantaranya SE DIR 0017 untuk pedoman pemeliharaan jaringan distribusi dan SE DIR 0018 untuk pedoman pemeliharaan Transformator Distribusi [7].

B. Transformator Distribusi 20 kV

Transformator Distribusi 20 kV mengkonversikan tegangan sekunder menjadi 20kV dari tegangan 150 kV kepada pelanggan [8], [10]. Transformator distribusi 20 kV yang digunakan pada umumnya adalah jenis Hermatic. Transformator 20 kV. Transformator 20 kV dipasang pada jaringan radial, loop atau spindel. Transformator 20 kV dapat dipasang sebagai transformator sisipan jika jarak penyulang terlalu jauh atau jarak penyulang dari gardu induk 20 kV terlalu jauh sehingga terdapat rugi-rugi tegangan dan drop tegangan. Fungsi Transformator 20 kV tersebut dipasang untuk memperbaiki tegangan dan mencegah drop tegangan pada ujung tegangan [9].

Transformator 20 kV perlu dijaga kehandalannya dengan cara rajin dilakukan pemeliharaan transformator 20 kV. Di perusahaan PLN kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal baik mingguan, tahunan atau bulanan disesuaikan dengan standar PLN yang berlaku di PLN yakni SE DIR 0018 [5].

C. Uji ANOVA

Langkah analisa data dengan pengkajian berbagai tingkat faktor dengan lebih dari dua faktor merupakan jenis analisis varians satu jalur. Dengan tujuan dapat mengidentifikasi variabel bebas yang penting serta mengidentifikasi variabel mempengaruhi respon [6].

Perlu dicantumkan pada grafik distribusi-F terkait gambar posdidi Fhitung dan Ftabel.

Fhitung > Ftabel maka tolak H0

Fhitung ≤ Ftabel maka tolak H0.

ANOVA merupakan model statistik yang diperuntukan untuk analisis data dari percobaan yang termodel. Ragam analisis merupakan sebuah metode yang dilakukan agar bisa memeriksa hubungan antara dua atau lebih set data. F-test merupakan kajian antara set data serta analisis varians. Model yang mnegandung lebih banyak parameter dibutuhkan untuk interpretasikan pengaruh-pengaruh merupakan ciri analisis ragam.

Selain dilakukan perhitungan teoritis, selanjutnya menggunakan software statistik MINITAB agar mempermudah pengolahan data statistik berdasarkan data yang diberikan. [11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Pemeliharaan Jaringan Distribusi

Karya Ilmiah ini untuk meninjau pengaruh pemeliharaan jaringan dalam hal ini adalah jenis Jaringan Radial untuk revenue terhadap rupiah perusahaan dari segi tinjauan teknis. Pada 3 titik pengamatan di 2 lokasi (kota dan industri) merupakan tempat pengambilan data sebagaimana pada tabel berikut.

Tabel 1. Keuntungan Pemeliharaan Jaringan Distribusi

Tempat / Lokasi	Keuntungan Rupiah Pendapatan (Rp. Juta/tahun)	Keuntungan Rupiah Pendapatan (Rp. Juta/tahun)	Keuntungan Rupiah Pendapatan (Rp. Juta/tahun)
	Kota A	Kota B	Kota C
1	1	4.999	8.998
2	1.999	6.998	11.999
3	2.998	8.998	15
4	2.999	6.999	14

3.2. Data Pemeliharaan Transformator 20 kV

3.2.1 Keuntungan Financial

Karya ilmiah ini untuk memberikan penilaian pengaruh pemeliharaan Transformator 20 kV bagi revenue perusahaan dari segi teknis. Pada 3 titik pengamatan di 2 lokasi (kota dan industri) sbgaimana pada tabel berikut.

Tabel 2. Keuntungan kegiatan pemeliharaan Transformator distribusi

Tempat / Lokasi	Keuntungan Rupiah Pendapatan (Rp. Juta/tahun)	Keuntungan Rupiah Pendapatan (Rp. Juta/tahun)	Keuntungan Rupiah Pendapatan (Rp. Juta/tahun)
	Kota A	Kota B	Kota C
1	1	4.999	8.998
2	1.999	5.998	11.999
3	2.998	5.998	15
4	2.999	5.999	14

3.2.1 Keuntungan Teknis

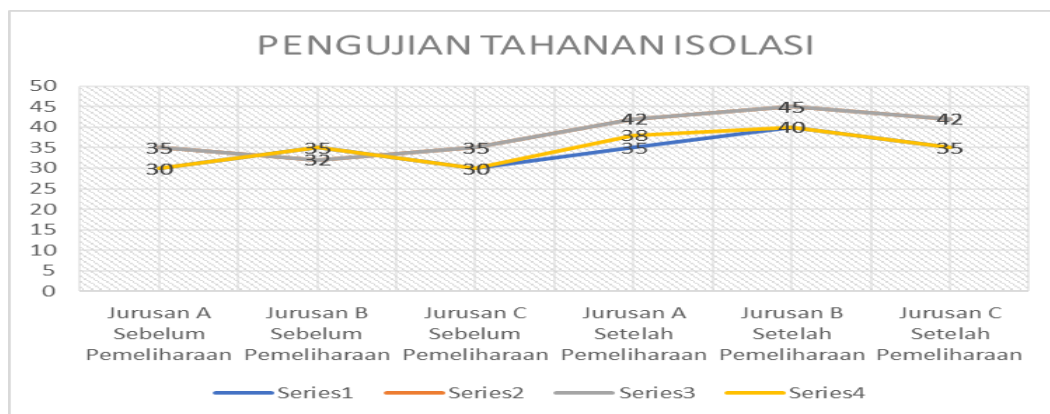
Karya ilmiah ini untuk memberikan penilaian dampak kegiatan pemeliharaan Transformator 20 kV terhadap keuntungan dari segi teknis utamanya untuk sisi tegangan. Keuntungan teknis di lakukan dengan menggunakan pengukuran Tahanan Isolasi pada Transformator. Pada 3 titik sampel di 2 lokasi (kota dan indsutri) dilakukan pengambilan data sebagaimana pada tabel.

Tabel 3. Keuntungan Teknis Sebelum Pemeliharaan

Tempat/ Lokasi	Tegangan Isolasi	Tegangan Isolasi	Tegangan Isolasi
	Kota A	Kota B	Kota C
1	30 Gohm	35 Gohm	30 Gohm
2	35 Gohm	32 Gohm	35 Gohm
3	35 Gohm	32 Gohm	35 Gohm
4	30 Gohm	35 Gohm	30 Gohm

Tabel 4. Keuntungan Teknis Setelah Pemeliharaan

Lokasi	Tegangan Isolasi	Tegangan Isolasi	Tegangan Isolasi
	Jurusan A	Jurusan B	Jurusan C
1	35 Gohm	40 Gohm	35 Gohm
2	42 Gohm	45 Gohm	42 Gohm
3	42 Gohm	45 Gohm	42 Gohm
4	38 Gohm	40 Gohm	35 Gohm



Gambar 1. Keuntungan Teknis Tahanan Isolasi

Dari gambar grafik terlihat bahwa terdapat keuntungan dari sisi teknis tahanan isolasi jika dilakukan pemeliharaan jaringan.

Tabel 5. Delta Perbaikan Keuntungan Teknis

Lokasi	Tegangan Isolasi	Tegangan Isolasi	Tegangan Isolasi
	Jurusan A	Jurusan B	Jurusan C
1	5 Gohm	5 Gohm	5 Gohm
2	7 Gohm	13 Gohm	7 Gohm
3	7 Gohm	13 Gohm	7 Gohm
4	8 Gohm	5 Gohm	5 Gohm

Melakukan pengujian tahanan isolasi trafo distribusi dengan alat ukur meter tahanan isolasi (Megger Test/Insulation Tester) secara off line di gudang transformator seperti pada tabel dibawah ini. Pekerjaan ini untuk dilaksanakan memerlukan waktu Per Phasa 10 detik sehingga waktu yang diperlukan 30 menit per lokasi. Kondisi ini akan dibandingkan hasil pengukuran tahanan isolasi dibandingkan dengan standar tahanan isolasi.

3.2. Menentukan Hipotesis

Penentuan hipotesis :

Ho: $\mu_A = \mu_B = \mu_C$ (Hasil dikatakan sama dengan rata-rata keuntungan rupiah pendapatan perusahaan)

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ (Hasil dikatakan tidak sama dengan rata-rata keuntungan rupiah pendapatan perusahaan)

Atau

Ho : Kegiatan Pemeliharaan Jaringan/Transformator tidak mempengaruhi keuntungan rupiah pendapatan perusahaan

Ha : Kegiatan Pemeliharaan Jaringan/Transformator mempengaruhi keuntungan rupiah pendapatan perusahaan

3.3. Hasil Analisa Minitab dengan ANOVA

3.3. 1 Hasil Analisa Minitab Pemeliharaan Jaringan

One-way ANOVA: C5 versus C6

Source	DF	SS	MS	F	P
C6	2	220.67	110.33	32.03	0.000
Error	9	31.00	3.44		
Total	11	251.67			

S = 1.856 R-Sq = 87.68% R-Sq(adj) = 84.94%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----
1	4	2.000	0.816	(---*---)

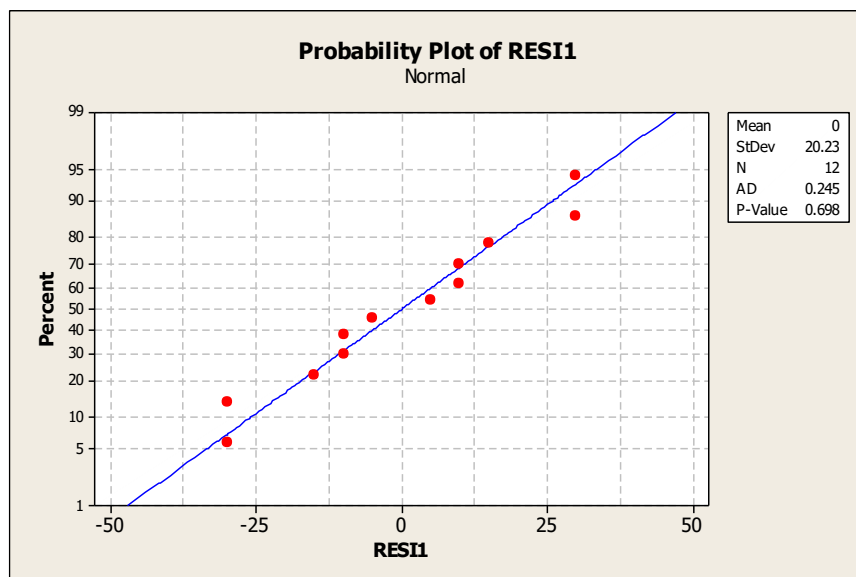
Berdasarkan hasil minitab diperoleh $p\text{ value } 0.000 < \alpha = 0.05$, sehingga Ho ditolak. Sehingga, diperoleh kesimpulan bahwa pemeliharaan mempengaruhi terhadap pendapatan sebuah perusahaan.

Kenormalan Distribusi residual

Adapun Hipotesis sebagai berikut :

H₀ = Residual berdistribusi Normal

H₁ = Residual tidak berdistribusi Normal



Gambar 2. Probability Plot Minitab ANOVA

Berdasarkan hasil MINITAB residual asumsi kenormalan dapat terpenuhi karena bernilai $0.245 > \alpha = 0.05$ melalui p-value uji kenormalan berarti residual berdistribusi normal.

Uji Identik (Antar Treatment dengan Kesamaan Varian)

Adapun Hipotesis :

H₀ = Harga identik antar varian

H_1 = Harga tidak identik antar varian
 Pengujian Persamaan varians / Equal Variances : Harga Vs Lokasi

Probability Plot of RESI1

Tes persamaan varians : C5 vs C6

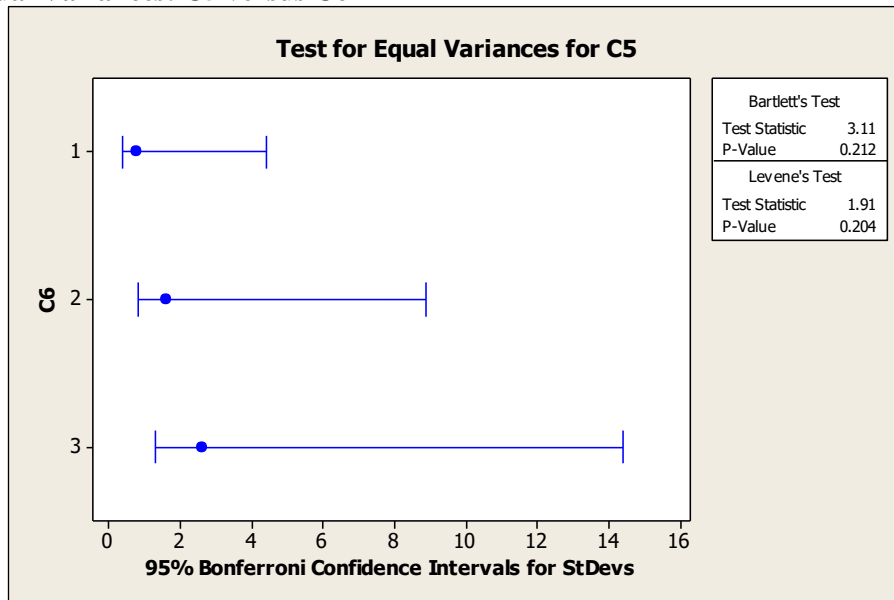
95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

C6	N	Lower	StDev	Upper
1	4	0.41276	0.81650	4.4408
2	4	0.82553	1.63299	8.8815
3	4	1.33751	2.64575	14.3897

Tes Bartlett's (Normal Distribution)
 Hasil statistik = 3.11, p-value = 0.212

Tes Levene's (Any Continuous Distribution)
 Hasil Statistik = 1.91, p-value = 0.204

Test for Equal Variances: C5 versus C6



Gambar 3. Test Equal Variance Minitab ANOVA

Diperoleh nilai $p-values = 0.212 > \alpha = 0.05$ dengan menggunakan Bartlett's Test sehingga kesimpulan yang diperoleh adalah H_0 diterima dengan identik antar varian.

Uji Independen

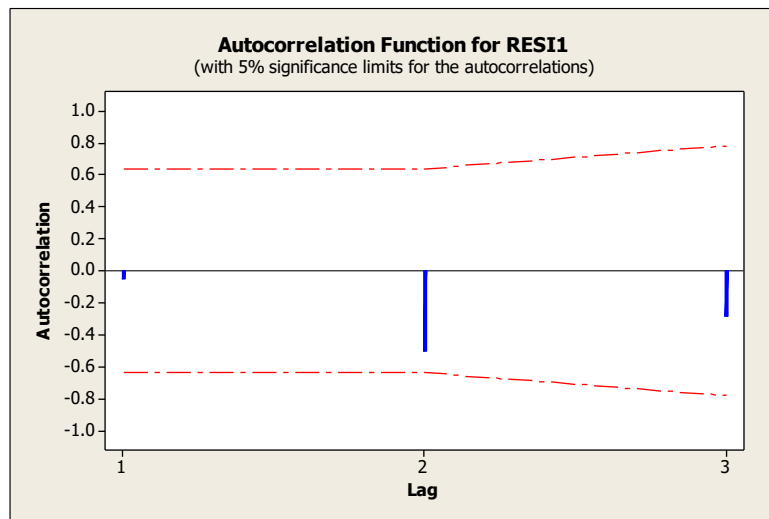
Fungsi Autokorelasi : RESI1

Tes Persamaan Varian : C5 vs C6

Fungsi Autokorelasi : RESI1

Lag	ACF	T	LBQ
1	-0.050000	-0.17	0.04
2	-0.500000	-1.73	4.24
3	-0.283333	-0.80	5.74

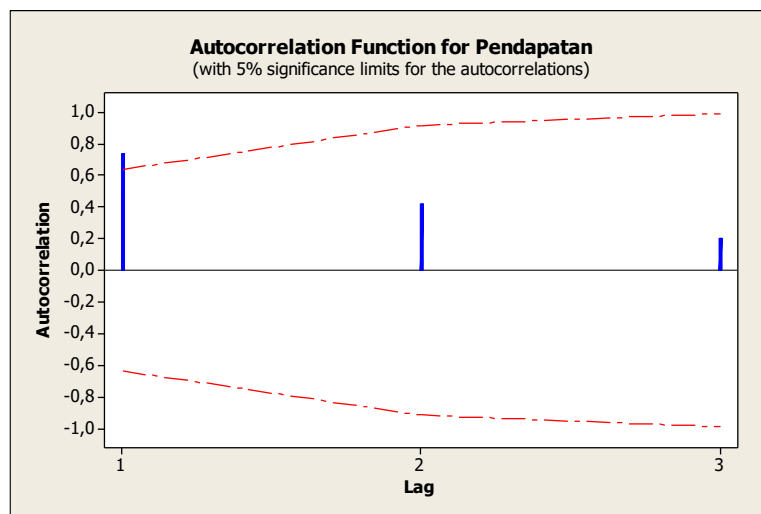
Autocorrelation for RESI1



Gambar 4. Test Autocorelative Minitab ANOVA

3.3. 2 Hasil Analisa Minitab Transformator 20 kV

Diproleh hasil = $0.321 > \alpha = 0.05$ dengan p-value uji kenormalan (*Anderson-Darling*) sehingga Asumsi kenormalan residual terpenuhi. Berdasarkan probability plot tidak ada titik yang keluar dari garis margin. Berarti residual dianggap berdistribusi normal.



Gambar 5. Probability Plot Minitab ANOVA

3.4. Hasil Analisa

Karena berdasarkan pengelolaan data tidak ada autocorelasi yang keluar antara margin atas dan margin bawah (ditandai garis putus berwarna merah) hasil pemeliharaan Jaringan dan Pemeliharaan Transformator 20 kV. Sehingga asumsi independen residual. Maka, pemeliharaan Jaringan dan Pemeliharaan Transformator yang dilakukan memiliki dampak.

3.5. Kajian Manajerial

Berdasarkan SEDIR 0017 Tahun 2014 Pemeliharaan Jaringan Distribusi kegiatan pemeliharaan dilakukan agar dapat meningkatkan kehandalan kepada pelanggan. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan bahwa dari data pemeliharaan dengan metode uji Anova dapat berarti bahwa kegiatan pemeliharaan yang telah dihitung dan disajikan dalam bentuk data diatas oleh manajemen setempat dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan data berdistribusi normal dengan nilai p-value sebesar $0.000 < \alpha = 0.05$, sehingga H_0 berrati ditolak. Hasil autocorelasi diperoleh tidak terdapat sebaran data yang berada diluar marging batas atas dan batas bawah artinya kegiatan pemeliharaan memiliki dampak.

Untuk penelitian selanjutnya agar dapat menggunakan data primer dari unit operasional lain sehingga dapat digunakan dan diterapkan sebagai penguat teori penilaian pasca kegiatan pemeliharaan. Selain itu untuk pengembangan selanjutnya dapat diperluas dengan memasukkan dua variabel yakni keuntungan dan biaya pemeliharaan untuk revenue perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Maharmi, "Simulasi Gangguan Sistem Jaringan Komunikasi Radio VHF (Very High Frequency)," *J. SAINSTEK*, vol. 1, no. 2, pp. 37–44, 2013, doi: <http://dx.doi.org/10.35583/js.v1i2>.
- [2] PLN BUKU 1-5, Kriteria Desain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.
- [3] Ariwibowo C. Trafo Distribusi Pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV di PT PLN (Persero) UPJ Semarang Selatan. Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- [4] V.H. Coria, S. Maximov, F. Rivas -Davalos, C.L. Melchor -Hernande z, and J.L. Guardado, "Analytical Method for Optimi zation of Maintenance Policy Based on Available System Failure Data," *Reliability Engineering and System Safety*, No. 135 (2015) 55 -63.
- [5] PT PLN (Persero) Pemeliharaan Jaringan Distribusi SEDIR 0017 Tahun 2014
- [6] Wackerley, D.D., Mendenhall, W., Scheaffer, R. L., (2008), *Mathematical statistics with applications*, Thompson Brooks/Cole, USA. Dalam: Fajrin, J., Zhuge, Y., Bullen, F., Wang, H., Flexural strength of sandwich panel with lignocellulosic composites intermediate layer-a statistic approach, *International Journal of Protective Structures* 2 (2011), p. 452-464.
- [7] PT PLN (Persero) Pemeliharaan Transformator Distribusi SEDIR 0018 Tahun 2014.
- [8] Muh Anzar Amrullah1 , Haripuddin2 , Firdaus, "Studi Pemeliharaan Transformator Daya di PLN UPT Makassar", *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, Vol. 20, No. 1, Desember 2022.
- [9] Zuhail, *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya* PT. Gramedia PU, Jakarta, 1993.
- [10] SPLN 95 Tahun 1994, "Transformator dengan Pengaman Sendiri Fase Tunggal untuk Jaringan Sistem Fase tiga 4 Kawat".
- [11] George Box, J. R.(1994) : *Times Series Analysis, Forecasting and Control*. Englewood Cliffs : Prentice Hall.