



Faktor yang Memengaruhi Nilai Tahanan Pakaian Konduktif Pada Pekerjaan Bertegangan : Studi Empiris Uji Lab PLN Diklat Semarang

Ahmad Fakhrrur Rozi¹, Aminullah Assagaf²

¹Institut Teknologi PLN, Jakarta, Indonesia, ahmadfr485@gmail.com

²Institut Teknologi PLN, Jakarta, Indonesia, aminullah@itpln.ac.id

Corresponding Author: ahmadfr485@gmail.com¹

Abstract: *Conductive suit is one of the most important safety equipment used in live line maintenance (PDKB). The main function of this suit is to distribute electric current evenly around the worker's body. Therefore, the physical condition and conductivity properties of conductive suit must be maintained including after the cleaning process. frequent use and repeated washing can lead to an increase in the suit's electrical resistance. This study, entitled "Factors Affecting the Resistance Value of Conductive Suits for Live-Line Maintenance: An Empirical Study at the PLN Training Center Laboratory in Semarang", aims to analyze the influence of washing methods, the number of washing cycles, and electrode distance during testing on the increase in the resistance value of conductive suits. The data analysis method used in this study was multiple linear regression using SPSS software. The results indicate that all independent variables—namely, the conductive suit cleaning method, the number of repeated washings, and the electrode distance—have a significant effect on the increase in the resistance value of the conductive suit. The regression coefficient for the washing method variable is positive at 0.126, for the number of repeated washings is positive at 0.040, and for the electrode distance is positive at 0.002.*

Keyword: *Conductive Suit, Live Line Maintenance, Electrode*

Abstrak: Pakaian konduktif adalah salah satu perlengkapan keselamatan yang sangat penting pada pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB). Fungsi utama pakaian ini adalah untuk mendistribusikan arus listrik secara merata di sekitar tubuh pekerja. Oleh karena itu, kondisi fisik dan sifat konduktivitas pakaian konduktif harus tetap terjaga termasuk setelah proses pembersihan. Seiring meningkatnya pemakaian dan pencucian berulang dapat meningkatkan nilai tahanan pakaian konduktif. Penelitian dengan judul faktor yang memengaruhi nilai tahanan pakaian konduktif untuk pekerjaan bertegangan : studi empiris uji lab PLN Diklat Semarang bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode pencucian baju konduktif, jumlah pencucian berulang, dan jarak elektrode pada saat pengujian terhadap peningkatan nilai tahanan baju konduktif. Metode analisis data yang digunakan adalah metode regresi linier berganda dengan viiimenggunakan program SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua variabel independen yaitu metode pencucian baju konduktif, jumlah pencucian berulang, dan jarak elektrode berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai tahanan baju

konduktif. Nilai koefisien regresi variabel metode pencucian bernilai positif sebesar 0,126, variabel jumlah pencucian berulang bernilai positif sebesar 0,04, dan variabel jarak elektrode bernilai positif sebesar 0,002.

Kata Kunci: Pakaian Konduktif, PDKB, Elektrode

PENDAHULUAN

Pakaian konduktif (conductive suit) adalah salah satu perlengkapan keselamatan yang sangat penting pada pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB). Fungsi utama pakaian ini adalah untuk mendistribusikan arus listrik secara merata di sekitar tubuh pekerja. Oleh karena itu, kondisi fisik dan sifat konduktivitas pakaian konduktif harus tetap terjaga, termasuk setelah proses pembersihan. Namun, seiring meningkatnya pemakaian dan pencucian berulang dapat meningkatkan nilai resistansi listrik pakaian konduktif akibat dari gesekan mekanis, dan interaksi kimiawi dengan detergen, yang berpotensi mengurangi efektivitasnya sebagai pelindung dari bahaya listrik. Jika resistansi baju konduktif meningkat melebihi batas standard yang ditetapkan dalam IEC 60895:2020 (IEC 2020), efektivitas proteksi baju konduktif dapat menurun secara signifikan, yang berpotensi meningkatkan risiko bagi pekerja. Oleh karena itu, metode pencucian yang tepat sangat diperlukan untuk menjaga kinerja dan umur pakai conductive suit.

Dari beberapa penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa pencucian berulang dapat menyebabkan peningkatan resistansi listrik, baik karena efek abrasi mekanis maupun reaksi kimia antara deterjen dan material konduktif ataupun yang diakibatkan oleh perubahan mikrostruktur material konduktif serta degradasi akibat gesekan selama pencucian. Zeagler (Zeagler et al. 2013) menemukan bahwa peeling dan delaminasi pada lapisan konduktif terjadi lebih cepat pada kondisi pencucian agresif. Jeffrey Chang et al (Lee et al. 2019) menunjukkan bahwa lapisan logam seperti perak dan tembaga mengalami degradasi setelah pencucian karena perubahan mikrostruktur yang disebabkan oleh bahan kimia dalam deterjen. Penelitian tentang metode pencucian pakaian konduktif masih terbatas, terutama terkait pengaruh pencucian terhadap nilai resistansi listrik pakaian. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pencucian manual dengan deterjen dapat menyebabkan degradasi material konduktif akibat abrasi mekanis dan reaksi kimia. Belum ada standar baku mengenai metode pencucian terbaik untuk mempertahankan resistansi listrik pakaian konduktif, yang mengakibatkan banyak industri masih menggunakan metode pencucian manual tanpa mempertimbangkan dampaknya terhadap konduktivitas bahan.

Dalam beberapa tahun terakhir, pencucian ultrasonik telah diperkenalkan sebagai metode alternatif yang lebih ramah terhadap tekstil, karena memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk membersihkan kain tanpa gesekan mekanis yang berlebihan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pencucian ultrasonik lebih efektif dalam menghilangkan partikel kotoran tanpa menyebabkan kerusakan struktural yang signifikan (Mun and Lee 2023), terutama pada bahan tekstil yang sensitif. Namun, hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara khusus mengevaluasi pengaruh pencucian ultrasonik terhadap perubahan resistansi listrik pakaian konduktif. Hal ini menjadi gap penelitian yang penting, karena pemilihan metode pencucian yang tepat dapat berdampak pada keselamatan pekerja serta efisiensi biaya pemeliharaan pakaian konduktif. Beberapa studi juga menunjukkan bahwa metode pencucian ultrasonik lebih lembut terhadap serat kain, tetapi belum diketahui apakah metode ini juga dapat mempertahankan resistansi listrik pakaian konduktif dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi gap yang ada dengan menguji secara eksperimental dampak pencucian ultrasonik terhadap nilai resistansi pakaian konduktif setelah beberapa siklus pencucian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi nilai tahanan pakaian konduktif, khususnya metode pencucian (metode manual dan ultrasonik), jumlah pencucian berulang, dan jarak elektrode dengan melakukan pengujian eksperimental di laboratorium PLN Unit Pelaksana Pendidikan dan Pelatihan Semarang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kajian ilmiah dalam menentukan metode pembersihan yang efektif dan teknis pengujian yang akurat dalam memastikan pakaian konduktif tetap memenuhi standar keselamatan, serta memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai pengaruh aspek teknis terhadap hasil pengujian nilai tahanan baju konduktif. Penelitian ini juga bermanfaat untuk memperpanjang umur pakai pakaian konduktif. Temuan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pembentukan standar operasional pemeliharaan pakaian konduktif.

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian tentang faktor yang memengaruhi nilai tahanan pakaian konduktif pada pekerjaan bertegangan adalah sebagai berikut : menganalisis pengaruh metode pencucian terhadap nilai tahanan pakaian konduktif, menganalisis pengaruh jumlah pencucian berulang terhadap nilai tahanan pakaian konduktif, menganalisis pengaruh jarak elektrode pada saat pengujian terhadap nilai tahanan pakaian konduktif.

METODE

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ilmiah menggunakan teknik pengumpulan data yang sistematis untuk memperoleh informasi yang diperlukan (Caswito et al. 2025). Data yang dikumpulkan untuk mendukung penelitian ini dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapat langsung pengujian laboratorium

2. Data Sekunder

Peneliti mengumpulkan buku-buku, jurnal-jurnal dan informasi-informasi yang terkait dengan objek penelitian yaitu metode pembersihan (X1), jumlah pembersihan berulang (X2), jarak elektrode (X3), dan Nilai tahanan baju konduktif (Y) kemudian teori-teori tersebut dibuat sintesis. Metode sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sampling* dengan kriteria sampel baju konduktif yang masih baru, memiliki nilai tahanan yang kecil, dan penggunaan rendah.

Metode Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode regresi linier berganda, menggunakan perangkat lunak statistik SPSS. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel-variabel independen terhadap variabel dependen. Metode analisis untuk mengkaji permasalahan pada penelitian ini adalah menggunakan metode regresi linier berganda dengan tahap analisis sebagai berikut :

- a. Uji Asumsi Klasik

Sebelum dilakukan analisis regresi, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsi klasik. Uji asumsi klasik ini penting untuk memastikan bahwa estimasi parameter regresi (nilai α dan β) yang dihasilkan bersifat tidak bias dan efisien, sehingga dapat memberikan hasil terbaik. Uji asumsi klasik yang terdiri dari : uji normalitas, uji multikolieniritas, uji heteroskedastisitas, uji autokorelasi, dan uji linearitas.

- b. Statistik deskriptif

Statistik deskriptif berfungsi untuk memberikan ringkasan atau gambaran umum mengenai suatu variabel melalui penyajian nilai-nilai seperti rata-rata (mean), median, standar deviasi, nilai tertinggi (maksimum), dan nilai terendah (minimum).

c. Korelasi

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur tingkat kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel. Suatu variabel dinyatakan memiliki hubungan dengan variabel lainnya apabila perubahan pada satu variabel disertai dengan perubahan pada variabel lain.

d. Uji Kelayakan (Goodness of Fit) Model Regresi

Menurut Ghozali (Ghozali Imam 2011), pengujian *Goodness of Fit* bertujuan untuk menilai sejauh mana sebuah model regresi mampu secara akurat memprediksi nilai sebenarnya dari variabel dependen. Terdiri dari : koefisien determinan (Adjusted R²), Uji statistik F, Uji statistik T

e. Persamaan regresi

hubungan antara variabel-variabel independen dengan variabel dependen tersebut dapat digambarkan melalui persamaan regresi linier berganda berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana :

Y = Nilai tahanan baju konduktif

α = Konstanta

β = Koefisien regresi

X₁ = Metode Pembersihan

X₂ = Jumlah Pembersihan Berulang

X₃ = Jarak Elektrode pada saat pengujian

ε = error (tingkat kesalahan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

a. Hasil Uji Asumsi Klasik

- Uji Normalitas

Dalam penelitian ini uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji statistik non parametrik Kolmogorov-smirnov (K-S). Uji normalitas dengan teknik Kolmogorov-Smirnov Test dengan ketentuan data yang dikatakan normal jika signifikansi p (Asymp. Sig.) > 0.05. Hasil dari uji normalitas data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel Kolmogorov-Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		83
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.08013846
Most Extreme Differences	Absolute	.096
	Positive	.096
	Negative	-.044
Test Statistic		.096
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.054
Monte Carlo Sig. (2-tailed) ^d	Sig.	.050
	99% Confidence Interval	
	Lower Bound	.044
	Upper Bound	.056

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2000000.

Sumber: data Riset

Jika nilai Asymp. Sig. Lebih besar dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa residual menyebar normal begitupun sebaliknya. Dari hasil uji normalitas metode Kolmogorov Smirnov didapatkan hasil 0.054 yang artinya terdistribusi normal.

- Uji Multikolieniritas

Bertujuan untuk menguji apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel bebas (independent). Dalam penelitian ini menggunakan metode Tolerance dan VIF. Dengan hasil seperti yang tercantum pada table 2.

Syarat :

1. Jika nilai tolerance lebih besar dari 0.10 artinya tidak terjadi multikolinearitas
2. Jika nilai VIF lebih kecil dari 10 artinya tidak terjadi multikolinearitas

Intepretasi :

hasil dari uji multikolinearitas untuk nilai tolerance $X_1 = 0.994$; $X_2 = 0.995$; $X_3 = 1.000$ dan VIF $X_1 = 1.006$; $X_2 = 1.006$; $X_3 = 1.000$

Artinya keduanya menunjukkan tidak terjadi multikolinearitas

Tabel 2 Hasil Uji Multikolinearitas Metode Tolerance & VIF

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-.072	.023		-3.196	.002		
	X1 Metode Pembersihan	.126	.034	.284	3.698	<.001	.994	1.006
	X2 Jumlah Pembersihan	.040	.005	.603	7.857	<.001	.995	1.006
	X3 Jarak Elektrode	.002	.001	.264	3.452	<.001	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Y Peningkatan Tahanan

Sumber: data Riset

- Uji Heteroskedastisitas

Bertujuan menguji apakah dalam model regresi linear ada korelasi antar kesalahan pengganggu pada periode t dengan kesalahan pengganggu pada periode t-1 (sebelumnya). Pada penelitian ini menggunakan Uji Glejser untuk mendeteksi menguji ada tidaknya heteroskedastisitas. Dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Uji Heteroskedastisitas Metode Glejser

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.039	.014		2.791	.007
	X1 Metode Pembersihan	.022	.021	.114	1.034	.304
	X2 Jumlah Pembersihan	-.001	.003	-.024	-.218	.828
	X3 Jarak Elektrode	.001	.000	.171	1.553	.124

a. Dependent Variable: ABS_RES2

Sumber: data Riset

Intepretasi :

Hasil dari uji heterosdedastisitas menggunakan uji glejser, output menunjukkan tidak adanya hubungan yang signifikan antara seluruh variabel independent terhadap nilai absolut residual yaitu di tunjukkan sig. lebih besar dari 0.05. Artinya model ini terbebas dari heteroskedastisitas.

- Uji Autokorelasi

Bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal. Dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil Uji Autokorelasi

Model Summary^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.733 ^a	.538	.520	.08165	1.904

a. Predictors: (Constant), X3 Jarak Elektrode, X2 Jumlah Pembersihan, X1 Metode Pembersihan

b. Dependent Variable: Y Peningkatan Tahanan

Sumber: data Riset

Pengambilan keputusan ada tidaknya autokorelasi :

1. Jika $0 < d < dL$, berarti terdapat autokorelasi positif
2. Jika $dL \leq d \leq dU$, berarti tidak dapat disimpulkan
3. Jika $dU \leq d \leq 4-dU$, berarti tidak ada autokorelasi
4. Jika $4-dU \leq d \leq 4-dL$, berarti tidak dapat disimpulkan
5. Jika $4-dL \leq d \leq 4$, berarti terdapat autokorelasi negatif

Diketahui $N = 83$ dan K (Variabel independent) = 3 ; berdasarkan table DW $\alpha = 5\%$

Nilai $dL = 1.5693$

Nilai $dU = 1.7187$

Nilai $4-dU = 2.2813$

Nilai $4-dL = 2,843$

Kesimpulan $1.7187 < 1.904 < 2.2813$ ($dU \leq d \leq 4-dU$) sehingga menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi

- Uji Linearitas.

Pengujian perlu dilakukan untuk membuktikan apakah model yang digunakan linear atau tidak. Pada penelitian ini uji linieritas dilakukan dengan Metode Durbin-Watson d Statistik, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5 Hasil Uji Linearitas

Model Summary^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.771 ^a	.595	.563	.07794	1.976

a. Predictors: (Constant), X3 Jarak Elektrode, X2 sqr, X1 sqr, X2 Jumlah Pembersihan, X1 Metode Pembersihan, X3 sqr

b. Dependent Variable: Y Peningkatan Tahanan

Sumber: data Riset

Pengambilan uji linearitas :

Diketahui $N = 83$ dan K (Variabel independent) = 3 ; berdasarkan table DW $\alpha = 5\%$

Nilai $dL = 1.5693$

Nilai $dU = 1.7187$

Nilai $4-dU = 2.2813$

Nilai $4-dL = 2,843$

Kesimpulan $1.7187 < 1.976 < 2.2813$ ($dU \leq d \leq 4-dU$) sehingga berkesimpulan bahwa asumsi linearitas dapat terpenuhi.

b. Statistik Diskriptif

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran umum mengenai data yang digunakan dalam penelitian ini. Tabel berikut menunjukkan nilai rata-rata (mean), standar deviasi, dan jumlah sampel (N) dari masing-masing variabel yang diteliti.

Tabel 6 Tabel Analisis Deskriptif

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
X1 Metode Pembersihan	84	0	1	.50	.503
X2 Jumlah Pembersihan	84	0	5	2.50	1.718
X3 Jarak Elektrode	84	40	120	67.14	24.326
Y Peningkatan Tahanan	84	-.10	.50	.1424	.13572
Valid N (listwise)	84				

Sumber: data Riset

X1 (Metode Pembersihan) memiliki nilai minimum 0 dan maksimum 1, dengan rata-rata 0,50 dan standar deviasi 0,503. Ini menunjukkan bahwa distribusi metode pembersihan antara manual (kode 0) dan ultrasonik (kode 1) adalah seimbang, karena nilai rata-ratanya mendekati 0,5. Artinya, sampel terbagi merata antara dua metode perlakuan tersebut.

X2 (Jumlah Pembersihan) memiliki nilai minimum 0 dan maksimum 5, dengan rata-rata 2,50 dan standar deviasi 1,718. Hal ini sesuai dengan rencana penelitian masing masing sampel di cuci sebanyak 5 kali.

X3 (Jarak Elektrode) memiliki rentang antara 40 mm hingga 120 mm, dengan nilai rata-rata 67,14 mm dan standar deviasi 24,326 mm. Ini mengindikasikan bahwa dalam eksperimen digunakan beragam jarak elektroda, sehingga dapat dianalisis sejauh mana jarak tersebut memengaruhi nilai tahanan.

Y (Peningkatan Tahanan) memiliki nilai minimum -0,10 dan maksimum 0,50, dengan rata-rata 0,1424 dan standar deviasi 0,13572. Nilai negatif pada minimum menunjukkan bahwa terdapat sampel yang mengalami penurunan tahanan setelah proses pembersihan. Namun secara umum, rata-rata menunjukkan adanya peningkatan resistansi sebagai akibat dari perlakuan yang diberikan.

c. Analisis Korelasi

Signifikansi Pearson Product Moment

- Jika nilai sig. (2-tailed) < 0.05 maka berkesimpulan ada hubungan secara signifikan

- Jika nilai sig. (2 tailed) > 0.05 maka berkesimpulan tidak ada hubungan secara signifikan

Derajat hubungan koefisien korelasi

Tabel 7 Derajat Hubungan Koefisien Korelasi

Nilai Korelasi	Tingkat hubungan
0.00 – 0.199	Sangat Lemah
0.20 – 0.399	Lemah
0.40 – 0.599	Sedang/cukup
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.00	Sangat Kuat

Hasil analisis korelasi pearson dapat dilihat pada table 3.8 dibawah ini :

Tabel 8 Tabel Analisis Korelasi Pearson

Correlations					
		X1 Metode Pembersihan	X2 Jumlah Pembersihan	X3 Jarak Elektrode	Y Peningkatan Tahanan
X1 Metode Pembersihan	Pearson Correlation	1	.074	.007	.330**
	Sig. (2-tailed)		.507	.947	.002
	N	83	83	83	83
X2 Jumlah Pembersihan	Pearson Correlation	.074	1	-.006	.622**
	Sig. (2-tailed)	.507		.960	<.001
	N	83	83	83	83
X3 Jarak Elektrode	Pearson Correlation	.007	-.006	1	.263*
	Sig. (2-tailed)	.947	.960		.016
	N	83	83	83	83
Y Peningkatan Tahanan	Pearson Correlation	.330**	.622**	.263*	1
	Sig. (2-tailed)	.002	<.001	.016	
	N	83	83	83	83

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Sumber: data Riset

Penjelasan :

- 1) Variabel X1 memiliki nilai sig. (2-tailed) 0.002 (sig < 0.05) maka bisa disimpulkan bahwa variabel X1 memiliki hubungan secara signifikan terhadap variabel Y. Nilai pearson correlation X1 adalah sebesar 0.33 yang memiliki arti bahwa tingkat keeratan hubungan antara variabel X1 dengan Y adalah lemah. Nilai pearson correlation bernilai positif menunjukkan bahwa jika variabel X1 meningkat maka Y juga meningkat.
- 2) Variabel X2 memiliki nilai sig. (2-tailed) <0.001 (sig < 0.05) maka bisa disimpulkan bahwa variabel X2 memiliki hubungan secara signifikan terhadap variabel Y. Nilai pearson correlation X2 adalah sebesar 0.622 yang memiliki arti bahwa tingkat keeratan hubungan antara variabel X2 dengan Y adalah kuat. Nilai pearson correlation bernilai positif menunjukkan bahwa jika variabel X2 meningkat maka Y juga meningkat.
- 3) Variabel X3 memiliki nilai sig. (2-tailed) 0.016 (sig < 0.05) maka bisa disimpulkan bahwa variabel X3 memiliki hubungan secara signifikan terhadap variabel Y. Nilai pearson correlation X3 adalah sebesar 0.263 yang memiliki arti bahwa tingkat keeratan hubungan antara variabel X3 dengan Y adalah lemah. Nilai pearson correlation bernilai positif menunjukkan bahwa jika variabel X3 meningkat maka Y juga meningkat.

- d. Uji Kelayakan (Goodness of Fit) Model Regresi
- Koefisien Determinan (Adjusted R²)

Tabel 9 Hasil Koefisien Determinasi

Model Summary^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.733 ^a	.538	.520	.08165

a. Predictors: (Constant), X3 Jarak Elektrode, X2 Jumlah Pembersihan, X1 Metode Pembersihan

b. Dependent Variable: Y Peningkatan Tahanan

Sumber: data Riset

Analisis Data

Diketahui nilai adjusted R square sebesar 0.52 maka memiliki arti bahwa sumbangan pengaruh variable independen terhadap variabel dependen secara simultan (Bersama-sama) adalah sebesar 52%. Dan sisanya 48 % dipengaruhi oleh variable lain diluar penelitian ini.

- Uji statistik F

Tabel 10 Hasil Uji Signifikansi Simultan (Uji F)

ANOVA^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.613	3	.204	30.648	<.001 ^b
	Residual	.527	79	.007		
	Total	1.140	82			

a. Dependent Variable: Y Peningkatan Tahanan

b. Predictors: (Constant), X3 Jarak Elektrode, X2 Jumlah Pembersihan, X1 Metode Pembersihan

Sumber: data Riset

Dasar pengambilan Keputusan :

- Jika nilai sig < 0.05 maka secara simultan terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y
- Jika nilai sig > 0.05 maka secara simultan tidak terdapat pengaruh variabel Y terhadap Y
- F-tabel = F (k-1 ; n-k)

Analisis Data :

- F-tabel = F (k-1 ; n-k) = F (4-1 ; 83 – 4) = F (3 ; 79) = 2.72
- Nilai signifikansi yang terdapat pada table anova adalah sebesar <0.001 dan nilai F hitung = 30.648 (F hitung > F table), maka berkesimpulan bahwa variabel independent berpengaruh signifikan secara simultan (Bersama-sama) terhadap variabel dependen (Nilai Tahanan baju konduktif).

- Uji statistik T

Tabel 3.11 Hasil Uji Koefisien Regresi Secara Partial (Uji T/Uji Hipotesis)

Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-.072	.023		-3.196	.002
	X1 Metode Pembersihan	.126	.034	.284	3.698	<.001
	X2 Jumlah Pembersihan	.040	.005	.603	7.857	<.001
	X3 Jarak Elektrode	.002	.001	.264	3.452	<.001

a. Dependent Variable: Y Peningkatan Tahanan

Sumber: data Riset

Dasar pengambilan Keputusan :

- Jika nilai sig < 0.05 atau nilai t-hitung > t-tabel, maka terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y
- Jika nilai sig > 0.05 atau nilai t-hitung < t-tabel maka tidak terdapat pengaruh variabel Y terhadap Y
- T-tabel = t (α ; n-k)

Analisis Data :

- T-tabel : t (α ; n-k) = t (0,05 ; 83 – 4) = t (0,05 ; 79) = 1.99
- Variabel metode pembersihan memiliki nilai signifikansi sebesar 0.001 dan nilai t-hitung = 3.698 (t-hitung>t-tabel), maka berkesimpulan variabel metode pembersihan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan tahanan baju konduktif.
- Variabel jumlah pembersihan memiliki nilai signifikansi sebesar 0,001 dan nilai t-hitung = 7.857 (t-hitung>t-tabel), maka berkesimpulan variabel jumlah pembersihan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan tahanan baju konduktif.
- Variabel jarak elektrode pada saat pengujian memiliki nilai signifikansi sebesar 0.001 dan nilai t-hitung = 3.452 (t-hitung>t-tabel), maka berkesimpulan variabel Jarak electrode berpengaruh signifikan terhadap nilai tahanan baju konduktif.
- Persamaan Regresi

Persamaan Regresi linear berganda :

$$Y = -0.072 + 0.126 X1 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

Analisis Persamaan Regresi :

- Nilai konstanta yang didapat sebesar -0.072, merupakan konstanta faktor lain yang tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
- Nilai koefisien regresi variabel metode pencucian bernilai positif sebesar 0.126, maka persamaan regresi nilai tahanan baju konduktif dengan menggunakan metode pembersihan manual (kode 1) adalah sebagai berikut :

$$Y = -0.072 + 0.126 X1 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

$$Y = -0.072 + 0.126 \times 1 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

$$Y = 0,054 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

Dan persamaan regresi nilai tahanan baju konduktif dengan menggunakan metode pembersihan ultrasonik (kode 0) adalah sebagai berikut :

$$Y = -0.072 + 0.126 X1 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

$$Y = -0.072 + 0.126 \times 0 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

$$Y = -0,072 + 0.04 X2 + 0.002 X3$$

- Nilai koefisien regresi variabel jumlah pencucian berulang bernilai positif sebesar 0.04 maka memiliki arti bahwa apabila ada penambahan pencucian akan menyebabkan kenaikan pada nilai tahanan baju konduktif sebesar 0.04.
- Nilai koefisien regresi variabel jarak elektrode bernilai positif sebesar 0.002 maka memiliki arti bahwa apabila ada penambahan jarak elektrode pada saat pengujian sebesar 1 cm Secara signifikan menyebabkan kenaikan pada nilai tahanan baju konduktif sebesar 0.002.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan regresi linear berganda, diketahui pengaruh metode pencucian, jumlah pencucian, dan jarak elektroda terhadap perubahan nilai tahanan baju konduktif. Analisis dilakukan melalui pengujian hipotesis menggunakan uji t untuk pengaruh parsial, uji F untuk pengaruh simultan, dan analisis koefisien determinasi. Interpretasi terhadap hasil-hasil tersebut diuraikan dalam subbab berikut ini.

Analisis Hasil Hipotesis

a. Pengaruh Metode Pencucian terhadap Nilai Tahanan Baju Konduktif

Berdasarkan hasil uji t, variabel metode pencucian (X_1) menunjukkan koefisien regresi sebesar 0.126, dengan nilai signifikansi yang menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap nilai tahanan baju konduktif. Koefisien positif ini menunjukkan bahwa penggunaan metode pencucian manual meningkatkan nilai tahanan sebesar 0.126 kali lebih tinggi dibandingkan dengan metode ultrasonik. Artinya, baju konduktif yang dibersihkan secara manual cenderung memiliki nilai tahanan yang lebih tinggi dibandingkan yang dibersihkan dengan metode ultrasonik.

Dengan menggunakan rumus regresi pencucian manual $Y = 0,054 + 0.04 X_2 + 0.002 X_3$, nilai tahanan awal baju 40 mA, dan jarak elektrode sebesar 50 cm, maka setelah dilakukan pencucian manual sebanyak 21 kali maka nilai tahanan 100 mA baju konduktif sudah mencapai maksimal yaitu 100 mA. Artinya apabila dalam setahun baju konduktif dilakukan pencucian sebanyak 6 kali, maka umur pakai baju konduktif dapat digunakan selama 3,5 tahun. Sedangkan apabila menggunakan metode pencucian ultrasonik dengan menggunakan rumus regresi $Y = -0,072 + 0.04 X_2 + 0.002 X_3$, nilai tahanan awal baju 50 mA, dan jarak elektrode sebesar 40 cm, maka baru akan mencapai nilai tahanan 100 mA setelah dilakukan pencucian ultrasonik sebanyak 25 kali. Artinya apabila dalam setahun baju konduktif dilakukan pencucian sebanyak 6 kali, maka umur pakai baju konduktif dapat digunakan selama 4,2 tahun.

b. Pengaruh Jumlah Pencucian terhadap Nilai Tahanan Baju Konduktif

Hasil pengujian terhadap variabel jumlah pencucian (X_2) menunjukkan koefisien regresi sebesar 0.04, yang berarti bahwa setiap penambahan satu kali proses pencucian akan meningkatkan nilai tahanan baju konduktif sebesar 0.04 kali. Peningkatan ini menandakan bahwa pencucian berulang dapat memengaruhi struktur atau kondisi permukaan dari bahan konduktif pada baju tersebut. Semakin sering baju dicuci, semakin tinggi kemungkinan perubahan fisik atau kimia pada materialnya, yang pada akhirnya dapat meningkatkan resistansi atau menurunkan efisiensi konduktivitas.

c. Pengaruh Jarak Elektroda terhadap Nilai Tahanan Baju Konduktif

Untuk variabel jarak elektroda (X_3), diperoleh koefisien regresi sebesar 0.002, menunjukkan pengaruh yang sangat kecil namun tetap positif. Hal ini berarti bahwa setiap penambahan 1 cm jarak antar elektroda pada saat pengujian, akan

meningkatkan nilai tahanan sebesar 0.002 kali. Pengaruh ini, meskipun kecil, menunjukkan bahwa parameter uji seperti konfigurasi elektroda tetap memberikan kontribusi terhadap hasil pengukuran. Oleh karena itu, standarisasi pengukuran menjadi penting untuk mendapatkan hasil yang konsisten dan dapat dibandingkan.

d. Pengaruh Metode Pencucian, Jumlah Pencucian, dan Jarak Elektroda secara Simultan terhadap Nilai Tahanan Baju Konduktif

Berdasarkan hasil uji F, diperoleh nilai signifikansi yang menunjukkan bahwa ketiga variabel independen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap nilai tahanan baju konduktif. Persamaan regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = -0.072 + 0.126X_1 + 0.04X_2 + 0.002X_3$$

Interpretasi dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa:

- Metode pencucian memberikan pengaruh paling besar terhadap nilai tahanan.
- Jumlah pencucian juga berpengaruh nyata, meskipun lebih kecil dari metode pencucian.
- Jarak elektroda berpengaruh sangat kecil, namun tetap memperlihatkan kecenderungan yang positif.

Secara bersama-sama, model ini memberikan informasi penting bahwa proses pencucian dan prosedur pengujian dapat memengaruhi kualitas konduktivitas baju. Oleh karena itu, untuk mempertahankan performa baju konduktif agar tetap optimal, diperlukan pengelolaan yang tepat terhadap metode pencucian, frekuensi pencucian, dan standar pengujian.

KESIMPULAN

- 1) Dari hasil penelitian diperoleh bahwa variabel metode pencucian berpengaruh positif dan signifikan terhadap nilai tahanan baju konduktif. persamaan regresi nilai tahanan baju konduktif dengan menggunakan metode pembersihan manual (kode 1) adalah $Y = 0,054 + 0,04 X_2 + 0,002 X_3$. Sedangkan persamaan regresi nilai tahanan baju konduktif dengan menggunakan metode pembersihan ultrasonik (kode 0) adalah $Y = -0,072 + 0,04 X_2 + 0,002 X_3$. Sehingga selisih konstanta antara pencucian manual dengan pencucian ultrasonik adalah sebesar 0,126.
- 2) Dari hasil penelitian diperoleh bahwa variabel jumlah pencucian berulang berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien sebesar 0,04, memiliki arti bahwa apabila ada penambahan pencucian akan menyebabkan kenaikan pada nilai tahanan baju konduktif sebesar 0,04.
- 3) Dari hasil penelitian diperoleh bahwa variabel jarak elektrode berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien sebesar 0,002, memiliki arti bahwa apabila ada penambahan jarak elektrode pada saat pengujian sebesar 1 cm secara signifikan menyebabkan kenaikan pada nilai tahanan baju konduktif sebesar 0,002

REFERENSI

- Adi, T. W., Prabowo, E., & Prasadjaningsih, O. (2022). Influence of Electricity Consumption of Industrial and Business Electricity Price, Inflation and Interest Rate on GDP and Investments in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(3), 331–340. <https://doi.org/10.32479/ijeep.13022>
- Assagaf, A. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Tenaga Listrik Konsumen Sektor Konsumtif Perusahaan Listrik Negara. *EKUITAS (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, 14(3), 330–349. <https://doi.org/10.24034/j25485024.y2010.v14.i3.380>
- Awad, S. B., & Nagarajan, R. (2010). Chapter 6 - Ultrasonic Cleaning. In R. Kohli & K. L. Mittal (Eds.), *Developments in Surface Contamination and Cleaning* (pp. 225–280). William Andrew Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-7830->

4.10006-4

- Caswito, A., Octavia, L. N., Adi, T. W., Ahsan, M., & Qalbi, P. M. (2025). *Pengaruh Faktor dan Perilaku Konsumen pada Keputusan Pembelian di E-Commerce dan Pasar*. 13, 2203–2211.
- Chatel, G. (2016). Sonochemistry: New opportunities for green chemistry. In *Sonochemistry: New Opportunities For Green Chemistry*. World Scientific Publishing Europe Ltd. <https://doi.org/10.1142/q0037>
- Choi, J., Kim, T. H., Kim, H. Y., & Kim, W. (2016). Ultrasonic washing of textiles. *Ultrasonics Sonochemistry*, 29, 563–567. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.07.018>
- Christiono, Miftahul Fikri, Dharni Johar Damiri, Muh. Rezha Safariansyah, Syahty Pratiwi, & M. Reza Hidayat. (2022). Pengaruh Kontaminan Air terhadap Tegangan Tembus Isolasi Cair Minyak Mineral dan Nabati sebagai Alternatif Isolasi Minyak Transformator. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 21(1), 42–51. <https://doi.org/10.55893/jt.vol21no1.441>
- Edilla, E., Lokananta, A., & Syahrizal, S. (2022). Pengaruh Jumlah Transduser Pieszoelektrik Terhadap Efektifitas Proses Pencucian Mangkuk menggunakan Metode Ultrasonik. *Jurnal Integrasi*, 14(2), 122–129. <https://doi.org/10.30871/ji.v14i2.4548>
- EPRI. (1995). *Electrical Performance Of Conductive Suits*.
- Fuchs, F. J. (2015). Ultrasonic cleaning and washing of surfaces. In *Power Ultrasonics: Applications of High-Intensity Ultrasound*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-028-6.00019-3>
- Ghozali Imam. (2011). Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25 (Sembilan). In *Semarang, Universitas Diponegoro* (9th ed.). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hong, C., & Chong, S. (2019). *applied sciences Theoretical Study on Geometries of Electrodes in Laboratory Electrical Resistivity Measurement*.
- IEC. (2020). *IEC 60895:2020 Live working – Conductive clothing*.
- IEEE Power and Energy Society External Link. (2009). *516-2009 - IEEE Guide for Maintenance Methods on Energized Power Lines* (Vol. 2009).
- Lee, J. C. B., Liu, W., Lo, C. H., & Chen, C. C. (2019). Laundering reliability of electrically conductive fabrics for E-textile applications. *Proceedings - Electronic Components and Technology Conference*, 2019-May, 1826–1832. <https://doi.org/10.1109/ECTC.2019.00281>
- Mun, J., & Lee, J. (2023). Ultrasonic Washing Performance Analysis for Eco-friendly Wet Cleaning. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 47(2), 353–370. <https://doi.org/10.5850/JKSCT.2023.47.2.353>
- PT PLN (Persero). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Transmisi Kepdir 0520-1.K.Dir.2014. 1*, 145.
- SPLN T3.010:2020, Pub. L. No. SPLN T3.010:2020 (2020).
- Stavrakis, A. K., Simić, M., & Stojanović, G. M. (2022). A Study of the Performance Degradation of Conductive Threads Based on the Effects of Tensile Forces and Repeated Washing. *Polymers*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/polym14214581>
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta.
- Ullah, S., Ahmed, H. I., & Hamdani, S. T. A. (2022). Effect of washing and temperature on electrical properties of conductive yarns and woven fabrics. *Industria Textila*, 73(1), 34–39. <https://doi.org/10.35530/IT.073.01.202118>
- Zeagler, C., Gilliland, S., Audy, S., & Starner, T. (2013). *The effect of washing conductive materials used in making textile based wearable electronic interfaces*. September, 143–144. <https://doi.org/10.1145/2493988.2494344>