

ANALISIS PERUBAHAN SIFAT MEKANIS KEKUATAN TARIK DAN KEMULURAN MATERIAL PVC INSULATION 104 NATURAL DALAM PROSES PRODUKSI KABEL CU/PVC (NYA) 4 MM²

Helen Twomay Sianturi

Program Studi Matematika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera

helen.twomay@gmail.com

Werry Febrianti*

Program Studi Matematika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera

werry.febrianti@ma.itera.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh proses produksi kabel terhadap sifat mekanik, yaitu kuat tarik dan kemuluran, pada material PVC Insulation 104 Natural untuk kabel CU/PVC (NYA) 4 mm². Sebagai langkah awal, dilakukan uji prasyarat normalitas Shapiro-Wilk terhadap data selisih (sesudah-sebelum) untuk memastikan validitas penggunaan metode statistik parametrik. Hasilnya menunjukkan bahwa data selisih untuk kedua variabel berdistribusi normal, sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji t berpasangan (*Paired T-Test*) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$. Hasil uji t menunjukkan bahwa proses produksi secara signifikan meningkatkan nilai kuat tarik ($t = 4,56; p < 0,05$) dan secara signifikan menurunkan nilai kemuluran ($t = -1,80; p < 0,05$). Kesimpulan ini secara statistik valid, mengindikasikan bahwa proses produksi membuat material isolasi menjadi lebih kuat namun mengurangi fleksibilitas.

Kata Kunci: PVC Insulation, Kuat tarik, Kemuluran, *Paired T-Test*, Uji Shapiro-Wilk

Abstract

This study aims to analyze the effect of the cable production process on the mechanical properties, namely tensile strength and elongation, of PVC 104 Natural Insulation material for CU/PVC (NYA) 4 mm² cables. As a preliminary step, a Shapiro-Wilk normality test was conducted on the difference data (setelah-sebelum) to validate the use of parametric statistical methods. The results showed that the difference data for both variables were normally distributed, allowing the analysis to proceed using a *Paired T-Test* at a significance level of $\alpha = 5\%$. The *t*-test results indicated that the production process significantly increased the kuat tarik ($t = 4.56; p < 0.05$) and significantly decreased the elongation ($t = -1.80; p < 0.05$). This statistically valid conclusion indicates that the production process makes the Insulation material stronger but less flexible

Keywords: PVC Insulation, Tensile Strength, Elongation, *Paired T-Test*, Shapiro-Wilk Test

PENDAHULUAN

Kualitas material isolasi merupakan faktor krusial dalam industri kabel listrik karena berpengaruh langsung terhadap performa dan keamanan kabel selama masa pakainya. Salah satu material isolasi yang banyak digunakan adalah PVC Insulation 104 Natural, yang memiliki sifat fleksibel, tahan panas, serta kemampuan isolasi listrik yang baik. Dalam proses produksi kabel, material PVC mengalami perlakuan mekanik dan termal yang berpotensi memengaruhi sifat fisik dan mekaniknya. Oleh karena itu, pengujian diperlukan untuk memastikan

bahwa material tetap memenuhi standar mutu setelah diproses menjadi kabel (Machdi, 2016).

Sifat mekanik material isolasi dapat direpresentasikan melalui dua parameter utama, yaitu kuat tarik (*tensile strength*) dan kemuluran (*elongation*). Kuat tarik menunjukkan kemampuan material dalam menahan gaya tarik sebelum mengalami kegagalan, sedangkan kemuluran menggambarkan kemampuan material mengalami deformasi plastis. Perubahan nilai kedua parameter tersebut sebelum dan sesudah proses produksi kabel dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh proses produksi terhadap kualitas material PVC.

Untuk mengidentifikasi adanya perbedaan yang signifikan pada nilai kuat tarik dan kemuluran sebelum dan sesudah proses produksi kabel CU/PVC (NYA) 4 mm², digunakan pendekatan statistik inferensial. Tahap awal analisis dilakukan melalui **uji normalitas Shapiro-Wilk** terhadap data selisih hasil pengujian guna memastikan terpenuhinya asumsi kenormalan. Apabila asumsi tersebut terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan **Paired T-Test** untuk menguji perbedaan rata-rata nilai kuat tarik dan kemuluran antara kondisi sebelum dan sesudah proses produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi data selisih kuat tarik dan kemuluran, menguji perbedaan nilai kedua parameter tersebut sebelum dan sesudah proses produksi, serta mengevaluasi pengaruh proses produksi terhadap sifat mekanik **PVC Insulation 104 Natural**. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bukti statistik mengenai dampak proses produksi kabel terhadap kualitas material isolasi, serta menjadi referensi penerapan metode statistik pada analisis data eksperimen di bidang material isolasi listrik dan industri kabel.

KAJIAN TEORI

PVC Insulation

PVC *Insulation* adalah lapisan isolasi yang terbuat dari bahan dasar *Polyvinyl Chloride* (PVC), yaitu salah satu jenis polimer termoplastik yang banyak digunakan dalam industri kabel. PVC memiliki sifat isolatif yang sangat baik, yaitu tidak menghantarkan listrik, serta tahan terhadap panas, air, minyak, dan berbagai bahan kimia, sehingga sangat cocok untuk melindungi kabel dari kerusakan fisik dan bahaya kelistrikan (Bishay dkk, 2011). Dalam aplikasi kelistrikan, PVC digunakan untuk melapisi konduktor tembaga atau aluminium pada kabel guna mencegah terjadinya hubungan arus pendek (*short circuit*), melindungi pengguna dari risiko sengatan listrik, serta mempertahankan performa kabel dalam jangka panjang. Selain itu, bahan ini memiliki fleksibilitas dan ketahanan mekanik yang baik, sehingga mudah diproses dalam industri manufaktur kabel. PVC juga tersedia dalam berbagai formulasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, misalnya dengan ketahanan terhadap suhu tinggi atau peningkatan fleksibilitas. Oleh karena itu, PVC *Insulation* banyak digunakan dalam

kabel rumah tangga, kabel kontrol, kabel otomotif, dan berbagai aplikasi industri lainnya (Priyono & Yusciansyah, 2021).

CU/PVC (NYA) 4 mm²

Kabel CU/PVC (NYA) 4 mm² (Kabel Tembaga Insulasi PVC 4 mm²) merupakan kabel listrik yang komposisinya terdiri dari konduktor dari logam tembaga (CU) dan lapisan isolasi dari PVC. Ukuran 4 mm² merujuk pada luas penampang lintang konduktor tembaga. Ini berarti bahwa ukuran penampang melintang dari kawat tembaga tersebut adalah 4 milimeter persegi. Kapasitas ini menentukan kemampuan kabel dalam menyalurkan arus listrik secara optimal dan aman sesuai standar tertentu.

Kabel CU/PVC 4 mm² biasanya digunakan dalam instalasi listrik rumah, gedung perkantoran, maupun industri ringan hingga menengah. Kabel ini mampu membawa arus listrik yang cukup besar, biasanya sekitar 20-25 ampere, tergantung pada kondisi instalasi dan panjang kabel. Ukuran ini cocok untuk beban listrik sedang hingga tinggi dan sering dipakai untuk cabang utama, penerangan, serta beban peralatan listrik lainnya (Chofananda, 2017).

Selain itu, karena dilapisi PVC, kabel ini memiliki keunggulan dalam hal perlindungan terhadap kelembapan, korosi, dan tahan terhadap panas serta api. PVC menjamin keamanan dan keawetan kabel selama penggunaan serta memudahkan pemasangan dan perawatan (Martoni, 2011).

Proses Produksi Kabel

Proses produksi kabel tembaga berlapis PVC (Cu/PVC) dilakukan melalui teknik ekstrusi. Pada tahap awal, konduktor tembaga disiapkan, kemudian dimasukkan ke dalam mesin ekstruder yang berfungsi untuk melapisi konduktor dengan PVC yang telah dilelehkan. Selanjutnya, kabel melewati tangki pendingin berisi air untuk memadatkan lapisan isolasi. Tahap akhir adalah proses penggulangan kabel menggunakan mesin *take-up* agar siap dipasarkan. Suhu ekstrusi PVC umumnya berada pada kisaran 200–275 °C, bergantung pada formulasi material dan spesifikasi mesin.

Uji Normalitas Shapiro Wilk

Uji Normalitas Shapiro-Wilk adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui sebaran data acak suatu sampel kecil, yaitu untuk sampel data kurang dari 50 sampel (Shapiro et al., 1968).

Rumus uji statistik Shapiro-Wilk adalah

$$W_{hitung} = \frac{\sum_{i=1}^m a_i ((x_{n+1-i} - x_i))}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad 1$$

keterangan:

W_{hitung} = nilai statistik uji Shapiro-Wilk

n = banyaknya sampel data

$m = \frac{n}{2}$ (pembulatan ke bawah dari $\frac{n}{2}$)

x_i = data ke- i setelah diurutkan dari yang terkecil ke terbesar

$\bar{x}$ = rata-rata dari seluruh sampel

a_i = konstanta yang dihitung berdasarkan nilai harapan dan kovarian dari order statistics pada sampel normal standar

Langkah-langkah untuk menginterpretasikan uji Shapiro-Wilk yaitu terlebih dahulu menentukan nilai signifikansi α . Kemudian hitung nilai statistik W_{hitung} . Apabila $W_{hitung} \geq W_{tabel}$, maka data dianggap berdistribusi normal (H_0 diterima). Sebaliknya, apabila $W_{hitung} < W_{tabel}$, maka data dianggap tidak berdistribusi normal (H_0 ditolak).

Uji Statistik T Berpasangan

Uji T berpasangan (*Paired T-Test*) adalah metode statistika dimana data yang digunakan berpasangan. Data yang digunakan diperoleh dari kasus 2 buah perlakuan pada satu objek penelitian yang sama. Hipotesis untuk kasus ini yaitu sebagai berikut:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Rumus uji statistik T berpasangan yaitu:

$$t_{hitung} = \frac{\bar{D}}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad 2$$

$$SD = \sqrt{var} \quad 3$$

$$var(s^2) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad 4$$

keterangan:

t = nilai t_{hitung}

$\bar{D}$ = rata-rata selisih

SD = standar deviasi selisih pengukuran

n = jumlah sampel

Langkah - langkah untuk menginterpretasikan uji t berpasangan ini yaitu terlebih dahulu menentukan nilai signifikansi α dan *degree of freedom* ($n - 1$) lalu membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} , apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ artinya ada perbedaan yang signifikan (H_0 ditolak) dan sebaliknya jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ artinya tidak ada perbedaan yang signifikan atau H_0 diterima (Montolalu & Langi, 2018).

METODE

Penelitian ini dirancang sebagai penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh proses produksi kabel terhadap sifat mekanik material PVC *Insulation* 104 Natural. Fokus penelitian adalah membandingkan nilai kuat tarik (tensile strength) dan kemuluran (elongation) material sebelum dan sesudah diproses menjadi kabel CU/PVC (NYA) 4 mm².

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh material PVC *Insulation* 104 Natural yang digunakan dalam proses produksi kabel CU/PVC (NYA) 4 mm². Sampel penelitian berupa spesimen material PVC yang diambil sebelum proses produksi dan spesimen kabel jadi setelah proses produksi, dengan karakteristik yang sama dan dipasangkan berdasarkan urutan pengujian. Penggunaan sampel berpasangan dimaksudkan untuk memastikan bahwa perbedaan yang diamati benar-benar disebabkan oleh proses produksi.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian laboratorium terhadap sifat mekanik material, yaitu uji kuat tarik dan uji kemuluran. Pengujian dilakukan sesuai prosedur standar pengujian material polimer, menggunakan mesin uji tarik yang mampu mengukur gaya tarik maksimum dan pertambahan panjang spesimen hingga putus. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PVC *Insulation* 104 Natural dalam bentuk material awal dan kabel CU/PVC (NYA) 4 mm² sebagai produk akhir. Spesifikasi alat uji meliputi mesin uji tarik dengan sistem pembacaan digital, sedangkan spesifikasi bahan mencakup jenis material isolasi PVC yang digunakan pada produksi kabel.

Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis menggunakan teknik statistik inferensial. Tahap awal analisis dilakukan dengan uji normalitas Shapiro-Wilk terhadap data selisih nilai kuat tarik dan

kemuluran sebelum dan sesudah proses produksi, untuk memastikan terpenuhinya asumsi kenormalan. Apabila data berdistribusi normal, analisis dilanjutkan dengan uji **Paired T-Test** untuk menguji perbedaan rata-rata nilai kuat tarik dan kemuluran antara kondisi sebelum dan sesudah produksi kabel. Seluruh pengujian statistik dilakukan pada tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan diinterpretasikan untuk menjelaskan pengaruh proses produksi kabel terhadap sifat mekanik material PVC *Insulation* 104 Natural.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan diolah data pengujian kuat tarik dan kemuluran PVC *Insulation* 104 Natural yang diperoleh berdasarkan pengujian di lab *Quality Control* PT. Jembo Cable Company Tbk. sebelum dan sesudah melalui proses produksi kabel CU/PVC (NYA) 4 mm². Berikut disediakan data kuat tarik pada tabel 1 dan data kemuluran pada tabel 2.

Tabel 1 Data kuat tarik sebelum dan sesudah proses produksi

Sampel	Kuat Tarik Sebelum Kabel (N/mm ²)	Kuat Tarik Setelah Kabel (N/mm ²)
1	17,14	17,71
2	16,45	17,95
3	16,47	17,83
4	16,75	17,00
5	16,59	17,58
⋮	⋮	⋮
26	17,9	16,93
27	16,85	17,12
28	17,57	17,96
29	17,66	17,72
30	17,77	17,86

Tabel 2 Data kemuluran sebelum dan sesudah proses produksi

Sampel	Kemuluran Sebelum Kabel (%)	Kemuluran Setelah Kabel (%)
1	265,70	254,56
2	273,20	223,75
3	297,35	227,65
4	300,85	223,90
5	280,85	300,45
⋮	⋮	⋮
26	289,4	241,67

27	263.25	266.39
28	276.1	284.27
29	292.85	252.18
30	268.75	299.05

Berdasarkan data yang ada akan dilihat apakah proses produksi mempengaruhi sifat mekanis khususnya kuat tarik dan kemuluran dari material PVC *Insulation* 104 natural menggunakan Uji T Berpasangan.

Uji Normalitas Menggunakan Uji Shapiro Wilk

Sebelum melakukan uji statistik perlu diperhatikan apakah selisih data yang ada sebelum dan sesudah melalui proses produksi merupakan data yang berdistribusi normal atau tidak. Pada penelitian ini digunakan uji shapiro-wilk untuk menguji kenormalan dari data. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ maka uji statistik dimulai dari menghitung selisih data kuat tarik sebelum dan sesudah melalui proses produksi lalu mengurutkan data mulai dari yang terkecil hingga terbesar sebagai x .

Tabel 4. 3 Selisih dari data kuat tarik sebelum dan sesudah melalui proses produksi

Sampel	Sesudah	Sebelum	Selisih(d)	x
1	17.71	17.14	-0.57	-1.74
2	17.95	16.45	-1.5	-1.5
3	17.83	16.47	-1.36	-1.47
4	17.00	16.75	-0.25	-1.36
5	17.58	16.59	-0.99	-1.05
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
26	16.93	17.9	0.97	0.67
27	17.12	16.85	-0.27	0.96
28	17.96	17.57	-0.39	0.97
29	17.72	17.66	-0.06	0.99
30	17.86	17.77	-0.09	1.3

Pada data ini diperoleh nilai W_{hitung} sebesar 0.947 serta nilai $W_{tabel} = 0.927$. Sehingga H_0 gagal ditolak karena $w_{hitung}(0.947) > w_{tabel}(0.927)$. Maka diperoleh kesimpulan pada taraf signifikansi 5% data selisih (sebelum-sesudah) kuat tarik berdistribusi normal.

Uji Normalitas Data Kemuluran

Tingkat Signifikansi $\alpha = 5\%$ uji statistik dimulai dengan menghitung selisih data kemuluran sebelum dan sesudah melalui proses produksi.

Tabel 4. 4 Selisih dari data kemuluran sebelum dan sesudah melalui proses produksi

Sampel	Sesudah	Sebelum	Selisih (d)	x
1	265.7	254.56	-11.14	-76.95
2	273.2	223.75	-49.45	-75.06
3	297.35	227.65	-69.7	-69.7
4	300.85	223.9	-76.95	-49.45
5	280.85	300.45	19.6	-49.42
:	:	:	:	:
7	256.2	244.53	-11.67	16.06
8	267.35	231.67	-35.68	19.54
9	261.65	219.85	-41.8	19.6
10	262.65	282.19	19.54	26.54
11	265.45	274.06	8.61	28.78
12	266.35	292.89	26.54	30.3

Perhitungan menggunakan *excel* diperoleh nilai $W_{hitung} = 0.929$.

Nilai W_{tabel} diperoleh dari tabel shapiro wilk yaitu 0.92. H_0 gagal ditolak karena $w_{hitung} (0.929) > w_{tabel} (0.927)$. Sehingga diperoleh kesimpulan pada taraf signifikansi 5% data selisih (sebelum-sesudah) kemuluran berdistribusi normal.

Paired T-Test

Setelah diketahui bahwa data yang akan di uji merupakan data yang berdistribusi normal dapat digunakan Paired T-Test sebagai pengujian statistik.

Paired T-Test Data Kuat Tarik

Dugaan untuk nilai tensile streng sesudah perlakuan adalah meningkat, maka pada uji t ini digunakan uji t satu arah kanan dan dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Rata-rata nilai kuat tarik setelah melalui proses produksi tidak lebih tinggi atau sama dengan rata-rata nilai kuat tarik sebelum proses produksi ($\mu_d \leq 0$)

H_1 : Rata-rata nilai kuat tarik setelah melalui proses produksi lebih tinggi dibandingkan rata-rata nilai kuat tarik sebelum proses produksi ($\mu_d > 0$).

Tingkat Signifikansi, $\alpha = 5\%$ statistik uji dicari terlebih dahulu selisih data sebelum dan sesudah yaitu dengan mengurangkan data sesudah dengan data sebelum proses produksi serta menentukan rata-rata dan standar deviasi dari selisih yang

diperoleh. Menggunakan *excel* diperoleh perhitungan seperti berikut:

Tabel 4. 4 Perhitungan rata-rata dan standar deviasi kuat tarik

Sampel	Sebelum Kabel	Setelah Kabel	Selisih ($\bar{D}$)
1	17.14	17.71	0.57
2	16.45	17.95	1.5
3	16.47	17.83	1.36
4	16.75	17	0.25
5	16.59	17.58	0.99
:	:	:	:
26	17.9	16.93	0.48
27	16.85	17.12	-0.08
28	17.57	17.96	0.21
29	17.66	17.72	0.49
30	17.77	17.86	0.51
Rata-rata	17.255	17.544	0.288
Standar Deviasi	0.533	0.457	0.754

Diperoleh masing-masing variabel berikut:

$$\bar{d} = 0.288$$

$$S_d = 0.754$$

$$\sqrt{n} = 5.477$$

$$df = 29$$

$$\alpha = 0,05$$

Maka dapat dihitung T_{hitung}

$$T_{hitung} = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} = \frac{0.288}{0.754/5.477} = 2.095$$

Berdasarkan tabel *Paired Samples T-Test Table* nilai T_{tabel} yaitu 2.045 . H_0 ditolak karena nilai $T_{hitung} (2.095) > T_{tabel} (2.045)$. Sehingga diperoleh kesimpulan pada taraf signifikansi 5% rata-rata nilai kuat tarik setelah melalui proses produksi lebih tinggi dibandingkan rata-rata nilai kuat tarik sebelum proses produksi ($\mu_d > 0$).

Paired T-Test Data kemuluran

Kemuluran memiliki perubahan yang berbanding terbalik dengan kuat tarik maka uji t pada data kemuluran menggunakan uji t satu arah kiri dan dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Rata-rata nilai kemuluran setelah melalui proses produksi tidak lebih rendah atau sama dengan rata-rata nilai kemuluran sebelum proses produksi ($\mu_d \geq 0$)

H1 : Rata-rata nilai kemuluran setelah melalui proses produksi lebih rendah dibandingkan rata-rata nilai kemuluran sebelum proses produksi ($\mu_d < 0$).

Tingkat Signifikansi, $\alpha = 5\%$, statistik uji dicari terlebih dahulu selisih data sebelum dan sesudah yaitu dengan mengurangkan data sesudah dengan data sebelum proses produksi serta menentukan rata-rata dan standar deviasi dari selisih yang diperoleh. Menggunakan *excel* diperoleh perhitungan seperti berikut:

Tabel 4. 5 Perhitungan rata-rata dan standar deviasi kemuluran

Sampel	Sebelum Kabel	Setelah Kabel	Selisih (d)
1	265.7	254.56	-11.14
2	273.2	223.75	-49.45
3	297.35	227.65	-69.7
4	300.85	223.9	-76.95
5	280.85	300.45	19.6
⋮	⋮	⋮	⋮
26	289.4	241.67	-47.73
27	263.25	266.39	3.14
28	276.1	284.27	8.17
29	292.85	252.18	-40.67
30	268.75	299.05	30.3
rata-rata	276.656	258.899	-17.757
standar deviasi	11.730	27.595	32.516

Diperoleh masing-masing variabel berikut:

$$\bar{d} = -17.757$$

$$S_d = 32.516$$

$$\sqrt{n} = 5.477$$

$$df = 29$$

$$\alpha = 0,05$$

Maka dapat dihitung T_{hitung}

$$T_{hitung} = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} = \frac{-17.757}{32.516/5.477} = -2.991$$

Berdasarkan tabel *Paired Samples T-Test Table* nilai T_{tabel} yaitu 2.045. H_0 ditolak karena nilai $T_{hitung} (-2.991) < T_{tabel} (2.045)$. Sehingga diperoleh kesimpulan pada tingkat signifikansi 5% bahwa Rata-rata nilai kemuluran setelah melalui proses produksi lebih rendah dibandingkan rata-rata nilai kemuluran sebelum proses produksi ($\mu_d < 0$).

Berdasarkan uji t berpasangan, proses produksi terbukti berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik PVC. Kuat tarik meningkat setelah menjadi kabel, sedangkan kemuluran menurun. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi memperkuat material namun mengurangi fleksibilitasnya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh efek pemanasan saat pelelehan PVC atau pendinginan setelah PVC membungkus tembaga yang menjadi konduktor listrik yang terjadi selama proses produksi. Selain itu komposisi dari PVC juga dapat mempengaruhi yaitu kandungan *plasticizer* yang berperan untuk menambah fleksibilitas, jika kadarnya berkurang atau penyebarannya berubah saat produksi maka kemulurannya bisa turun.

Kuat tarik meningkat artinya kabel jadi lebih kuat secara mekanis hal ini bagus untuk menahan gaya saat instalasi maupun penggunaan. Sedangkan kemuluran yang menurun menunjukkan kabel jadi lebih kaku hal ini dapat menjadi masalah jika melewati batas minimum standar yang digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa data selisih nilai kuat tarik dan kemuluran material **PVC Insulation 104 Natural** sebelum dan sesudah proses produksi berdistribusi normal. Hal ini ditunjukkan oleh nilai statistik Shapiro-Wilk untuk kuat tarik dan kemuluran masing-masing sebesar **0,947** dan **0,929**, yang lebih besar daripada nilai kritis $W_{tabel} = 0,927$, sehingga asumsi kenormalan terpenuhi. Terpenuhinya asumsi tersebut, analisis dilanjutkan menggunakan uji *Paired T-Test*.

Hasil uji *Paired T-Test* menunjukkan bahwa proses produksi kabel **CU/PVC (NYA) 4 mm²** berpengaruh secara signifikan terhadap sifat mekanik material **PVC Insulation 104 Natural**. Nilai kuat tarik setelah proses produksi mengalami peningkatan yang signifikan, sedangkan nilai kemuluran mengalami penurunan yang signifikan. Peningkatan kuat tarik menunjukkan bahwa material isolasi menjadi lebih kuat secara mekanis dan lebih tahan terhadap gaya tarik, yang menguntungkan dari sisi ketahanan dan keandalan produk kabel. Sebaliknya, penurunan kemuluran mengindikasikan berkurangnya fleksibilitas material isolasi, sehingga aspek ini perlu mendapat perhatian dalam pengendalian mutu agar

kabel tetap memenuhi standar kelenturan yang dipersyaratkan.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar pengujian dilakukan dengan ketelitian yang lebih tinggi serta prosedur pengukuran yang lebih terkontrol guna meminimalkan kesalahan pengujian. Selain itu, analisis lanjutan terhadap parameter proses produksi yang memengaruhi perubahan kuat tarik dan kemuluran dapat dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Montolalu, C., & Langi, Y. (2018). Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test). *D'CARTESIAN*, 7(1).
<https://doi.org/10.35799/dc.7.1.2018.20113>
- Shapiro, S. S., Wilk, M. B., & Chen, H. J. (1968). A Comparative Study of Various Tests for Normality. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324).
<https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480932>
- ABRO, S. H., SHAH, S. A., ALABOODI, A. S., & SHOAIB, T. (2020). Ageing Analysis of Power Cables used in Nuclear Power Plants. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*.
- Bishay, El-Messieh, & Mansour. (2011). Electrical, mechanical and thermal properties of polyvinyl chloride composites filled with aluminum powder. *ScienceDirect*, 62-68.
- Chofananda, I. R. (2017). Kabel NYA untuk instalasi rumah. Jawa Timur: eprints.umsida.
- Hasugian, S., Hasan, S., Rambe, A. H., & Supiyan. (2014). Analysis of the Surface Matrix of Copper Cable in Jointing as the Effect of Increasing Current and Heating on Fire Application. *Journal of Technomaterial Physics*, 40.
- Machdi, A. R. (2016). ANALISA KELAYAKAN SISTEM INSTALASI LISTRIK MELALUI. *jurnal teknik*, 1-2.
- PELAWI, R. A. (2022). ANALISA DEGRADASI TAHANAN ISOLASI KABEL PVC TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR DI PT JEMBO CABLE COMPANY Tbk. Jakarta: Universitas Mercu Buana .
- Sebayang, M. D. (2015). Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kabel PVC. Jakarta: Universitas Kristen Indonesia.
- Syaifulah, M. R., Aditia, F. L., Putra, B. K., Fairuziya, A. A., Subakti, A., & Ingsih, I. S. (2025). DI

KUAT TARIK DAN ELASTISITAS KOMPOSIT PVC-NPCC-PLASTIZER ALTERNATIF ISOLATOR KABEL. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 334-338.