

**ISSN (ONLINE) 2598-9936**



**INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES**  
PUBLISHED BY  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

## Table Of Contents

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Journal Cover</b>                  | 1 |
| <b>Author[s] Statement</b>            | 3 |
| <b>Editorial Team</b>                 | 4 |
| <b>Article information</b>            | 5 |
| Check this article update (crossmark) | 5 |
| Check this article impact             | 5 |
| Cite this article                     | 5 |
| <b>Title page</b>                     | 6 |
| Article Title                         | 6 |
| Author information                    | 6 |
| Abstract                              | 6 |
| <b>Article content</b>                | 7 |

## Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

## Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

## Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

# Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 2 (2026): April  
DOI: 10.21070/ijins.v27i2.2419

## EDITORIAL TEAM

### Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

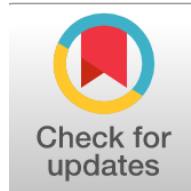
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

## Article information

**Check this article update (crossmark)**



**Check this article impact <sup>(\*)</sup>**



**Save this article to Mendeley**



<sup>(\*)</sup> Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

## Analysis Of Quality And Production Process Of Automotive Cables At Pt. Xxx: Analisis Kualitas Dan Proses Produksi Kabel Otomotif Di Pt. Xxx

Riki Tri Andriansyah, [ediwidodo@umsida.ac.id](mailto:ediwidodo@umsida.ac.id) (\*)

*Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

Edi Widodo, [ediwidodo@umsida.ac.id](mailto:ediwidodo@umsida.ac.id)

*Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

(\*) Corresponding author

### Abstract

**General Background** International standards regulate automotive cable dimensions, insulation thickness, and electrical resistance limits to guarantee safety and performance in vehicles. **Specific Background** In the manufacturing process at PT. Xxx, deviations in quality parameters can occur due to equipment wear or process fluctuations. **Knowledge Gap** However, detailed evaluations regarding specific dimensional variations across multiple randomly sampled automotive cable batches remain necessary to ensure long-term operational reliability. **Aims** This study aims to analyze the quality and manufacturing process of automotive cables at PT. Xxx to identify potential quality deviations, determine root causes, and propose data-driven improvement strategies. **Results** The results demonstrate that all tested cable samples comply with ISO 6722 specifications, showing stable average values for conductor diameter, insulation thickness, and electrical resistance, while identifying minor process variations caused by die wear and thermal fluctuations. **Novelty** This work provides empirical quality assessment by combining physical laboratory testing of ISO 6722 parameters with process optimization strategies involving statistical control and Industry 4.0 sensors. **Implications** The findings offer practical recommendations for manufacturing firms to minimize dimensional variation, maintain product consistency, and strengthen global market competitiveness.

### Key Findings Highlights

Physical testing of cable samples confirms full compliance with ISO 6722 standards for conductor diameter, insulation thickness, and electrical resistance.

Minor dimensional deviations observed across samples are primarily attributed to wire drawing die wear and extrusion temperature fluctuations.

Adopting statistical process control and online sensor monitoring effectively minimizes product variation and enhances long-term manufacturing consistency.

**Keywords** Automotive Cable, Iso 6722, Product Quality, Process Control, Spc

Published date: 2026-10-09

## Pendahuluan

Standar internasional untuk kabel otomotif telah ditetapkan melalui ISO 6722, yang mengatur dimensi konduktor, ketebalan isolasi, serta batas tahanan listrik agar kabel memenuhi persyaratan keselamatan dan kinerja pada kendaraan [1]. Standar ini menjadi acuan utama bagi produsen kabel di seluruh dunia untuk menjamin konsistensi kualitas produk. Dalam praktik produksi, kualitas kabel sangat dipengaruhi oleh metode pengendalian proses yang digunakan. Statistical Process Control (SPC) merupakan salah satu pendekatan paling efektif untuk memantau variasi produksi dan menjaga kesesuaian produk terhadap standar [2]. Dengan SPC, perusahaan mampu mendeteksi anomali lebih dini dan mencegah terjadinya cacat dalam jumlah besar.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, penelitian Trommnau et al. menunjukkan bahwa penggunaan sistem inline quality control berbasis sensor laser dapat mengurangi variasi dimensi kawat hingga 30%, sehingga stabilitas produksi semakin meningkat [3]. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi sensor modern dalam proses manufaktur kabel menjadi langkah penting untuk mendukung efektivitas pengendalian kualitas.

Selain itu, penelitian mengenai optimasi proses ekstrusi isolasi kabel juga banyak dilakukan. Prawiro membuktikan bahwa metode Taguchi mampu mengidentifikasi parameter ekstrusi terbaik sehingga menghasilkan isolasi yang seragam dan sesuai spesifikasi [4]. Pendekatan ini membantu produsen kabel dalam mengurangi pemborosan material dan menjaga konsistensi produk.

Lebih lanjut, perkembangan konsep Industri 4.0 memberikan peluang baru dalam sistem manufaktur kabel. Fraunhofer Institute melaporkan bahwa integrasi sensor online dan monitoring berbasis data dapat meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas serta mengurangi jumlah produk cacat secara signifikan [5]. Implementasi teknologi digital ini memungkinkan deteksi anomali secara real-time di jalur produksi.

Kualitas kabel juga berkaitan erat dengan aspek mekanis dan desain material. Menurut Shigley dan Uicker, prinsip-prinsip dasar rekayasa mekanik harus diperhatikan dalam perancangan sistem produksi untuk memastikan kekuatan material tetap sesuai standar [6]. Dengan penerapan prinsip tersebut, keandalan kabel dalam kondisi operasional kendaraan dapat lebih terjamin.

Penelitian Rao dan Babu menekankan bahwa kualitas hasil wire drawing dipengaruhi oleh kondisi die, tegangan tarik, serta parameter proses yang diterapkan. Variasi kecil pada tahap ini dapat berpengaruh signifikan terhadap nilai resistansi konduktor dan performa kabel secara keseluruhan [7]. Oleh karena itu, pengendalian proses sejak tahap awal sangat penting dalam menjamin mutu kabel otomotif. Selain ISO 6722, standar lain seperti ISO 14572 dan JASO D611 juga mengatur spesifikasi kabel otomotif bertegangan rendah, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan panas dan fleksibilitas tinggi [8]. Hal ini menunjukkan bahwa standar internasional terus berkembang mengikuti kebutuhan industri otomotif modern.

Dalam beberapa tahun terakhir, sejumlah studi membahas perbandingan material konduktor. Aluminium mulai digunakan sebagai alternatif tembaga karena bobotnya yang lebih ringan, namun kelemahan utamanya adalah nilai resistansi yang lebih tinggi dan sambungan yang kurang tahan lama [9]. Oleh karena itu, tembaga masih menjadi pilihan utama untuk menjamin performa sistem kelistrikan kendaraan. Selain konduktor, material isolasi juga menjadi fokus penelitian. Menurut laporan SAE, penggunaan bahan cross-linked polyethylene (XLPE) mampu meningkatkan ketahanan panas kabel hingga 150 °C dibanding PVC biasa [10]. Penerapan material ini sangat relevan untuk kendaraan modern yang bekerja pada suhu mesin tinggi. Aspek lain yang penting adalah keandalan kabel dalam kondisi ekstrem. Penelitian oleh Zhang et al. menunjukkan bahwa getaran, kelembaban, dan paparan bahan kimia dapat mempercepat degradasi isolasi kabel, sehingga pengujian lingkungan (*environmental testing*) perlu dilakukan untuk menjamin daya tahan produk [11].

Di sisi lain, perkembangan predictive maintenance berbasis *machine learning* juga mulai diterapkan pada industri kabel. Dengan sistem ini, kegagalan mesin ekstrusi atau *stranding* dapat diprediksi sebelum terjadi kerusakan nyata, sehingga mengurangi potensi cacat produk [12]. Beberapa literatur terbaru juga menekankan pentingnya aspek sustainability dalam industri kabel otomotif. Upaya daur ulang tembaga dan PVC dinilai dapat mengurangi biaya produksi serta dampak lingkungan [13]. Selain itu, pengembangan kabel ramah lingkungan dengan isolasi berbasis biopolimer juga mulai diteliti sebagai alternatif jangka panjang [14].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas dan proses produksi kabel otomotif di PT. Xxx, dengan meninjau kesesuaiannya terhadap standar ISO 6722, mengevaluasi variasi kualitas yang muncul, serta memberikan rekomendasi perbaikan berbasis data dan teknologi modern.

## Metode

Metode penelitian meliputi:

Studi Literatur: Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, standar internasional, dan dokumen teknis perusahaan yang berkaitan dengan pembuatan kabel otomotif. Standar utama yang dijadikan acuan adalah ISO 6722, yang mengatur spesifikasi dimensi konduktor, ketebalan isolasi, dan batas maksimum tahanan listrik. Selain itu, literatur mengenai pengendalian kualitas, proses manufaktur kabel, dan metode pengujian juga menjadi dasar dalam merancang langkah-langkah penelitian ini.

Observasi Lapangan: Pengamatan dilakukan secara langsung di lantai produksi PT.Xxx. Fokus observasi adalah pada tahapan proses yang berpotensi mempengaruhi kualitas kabel, yaitu: Wire Drawing (penarikan kawat): proses pembentukan kawat tembaga dari batang (rod) hingga mencapai diameter standar, stranding: penggabungan beberapa kawat kecil menjadi satu inti konduktor agar fleksibel dan memenuhi spesifikasi arus Listrik. Extrusion dan Insulation: proses pelapisan konduktor dengan bahan isolasi pvc atau xlpe menggunakan mesin ekstrusi untuk melindungi kabel dari gangguan mekanis dan listrik. Quality control: pengecekan dimensi dan sifat listrik kabel sebelum dikemas.

Selama observasi, dilakukan pencatatan parameter proses seperti kecepatan mesin, temperatur ekstrusi, serta kondisi peralatan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variasi kualitas.

Pengambilan Sampel: Sebanyak 10 sampel kabel diambil dari jalur produksi yang berbeda untuk memastikan data yang diperoleh mewakili variasi proses. Setiap sampel diberi kode identifikasi untuk memudahkan pengolahan data, Pengujian: Pengujian dilakukan di laboratorium kontrol kualitas dengan menggunakan alat ukur presisi sesuai standar ISO 6722. Parameter yang diuji adalah:

Diameter Konduktor (mm): diukur menggunakan mikrometer digital untuk memastikan kesesuaian dengan toleransi standar ( $\pm 0,05$  mm). Ketebalan Isolasi (mm): diukur menggunakan alat thickness gauge untuk memastikan ketahanan mekanis. Tahanan Listrik ( $\Omega/\text{km}$ ): diuji menggunakan alat tahanan spesifik untuk menentukan kemampuan konduktivitas kabel. Setiap pengujian dilakukan 3 kali pengulangan untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat dan meminimalisasi kesalahan pengukuran.

Analisis Data: Data hasil pengujian dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif dan dibandingkan dengan batas toleransi yang ditetapkan oleh ISO 6722. Selain itu, digunakan grafik kontrol untuk melihat variasi data dan mendeteksi potensi outlier yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Analisis ini juga melibatkan evaluasi penyebab variasi yang terjadi pada parameter proses produksi.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian terhadap 10 sampel kabel otomotif yang diproduksi di PT. Xxx diperoleh melalui serangkaian pengukuran diameter konduktor, ketebalan isolasi, dan tahanan listrik. Dokumentasi visual penampang kabel ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**, sedangkan data hasil pengukuran ditampilkan pada **Tabel 1**.

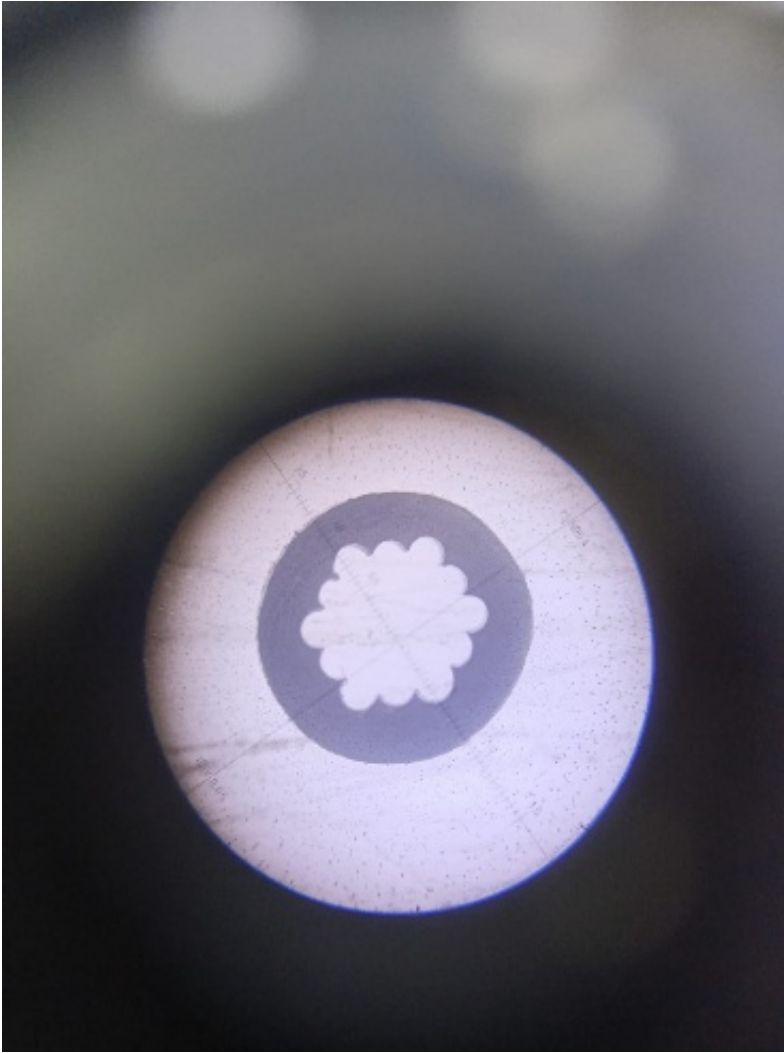


Figure 1.

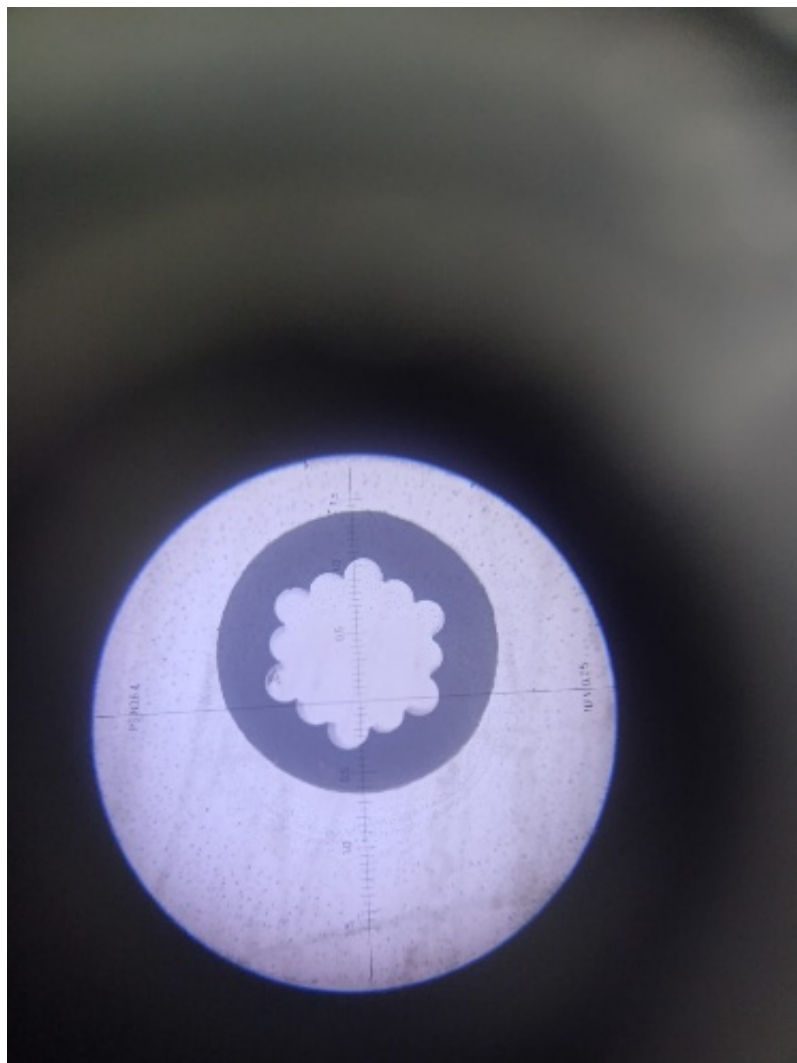


Figure 2.

**Gambar 1.** Menunjukkan foto thickness dengan diameter konduktor 2.02 setelah proses ekstrusi isolasi pvc  
**Gambar 2.** Menunjukkan foto penampang thickness dengan diameter konduktor 2.01 melintang kabel uji setelah proses ekstrusi isolasi pvc

**Tabel 1. Data hasil pengukuran diameter konduktor, ketebalan isolasi, dan tahanan listrik pada 10 sampel kabel otomotif**

Pada tabel no 1. Ditunjukkan diameter konduktor (mm) 2.02 dengan ketebalan isolasi (mm) 0.45 dengan tahanan listrik 12.1 yang dapat dilihat pada gambar 1, sedangkan ada perbedaan pada gambar 2 yang memiliki diameter konduktor (mm) 2.01 dengan ketebalan isolasi (mm) 0.46 dan tahanan listrik 12.0 memang ada selisih diantara kedua gambar tapi masih memenuhi standar.

| No | Diameter Konduktor (mm) | Ketebalan Isolasi (mm) | Tahanan Listrik ( $\Omega$ /km) |
|----|-------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1  | 2.02                    | 0.45                   | 12.1                            |
| 2  | 2.01                    | 0.46                   | 12.0                            |
| 3  | 1.98                    | 0.44                   | 12.5                            |
| 4  | 2.05                    | 0.45                   | 12.2                            |
| 5  | 2.00                    | 0.43                   | 12.4                            |
| 6  | 1.99                    | 0.46                   | 12.3                            |
| 7  | 2.03                    | 0.45                   | 12.1                            |
| 8  | 2.01                    | 0.44                   | 12.0                            |
| 9  | 2.04                    | 0.45                   | 12.2                            |
| 10 | 2.00                    | 0.44                   | 12.3                            |

Table 1.

Berdasarkan Tabel 1, diameter konduktor yang dihasilkan berkisar antara 1,98 mm hingga 2,04 mm dengan rata-rata

sebesar 2,01 mm. Nilai ini masih berada dalam batas toleransi standar ISO 6722, yaitu  $2,0 \pm 0,05$  mm. Ketebalan isolasi menunjukkan hasil yang konsisten dengan rentang 0,44–0,46 mm dan rata-rata 0,45 mm. Hal ini menunjukkan bahwa proses ekstrusi isolasi yang digunakan perusahaan sudah cukup stabil. Nilai tahanan listrik rata-rata sebesar 12,2  $\Omega$ /km, masih di bawah batas maksimum 13  $\Omega$ /km yang ditetapkan dalam standar.

Dari data pada Tabel 1, terlihat bahwa sampel ke-3 memiliki diameter konduktor terkecil (1,98 mm) dengan tahanan listrik yang relatif lebih tinggi, yaitu 12,4  $\Omega$ /km. Sementara itu, sampel ke-7 yang memiliki diameter terbesar (2,04 mm) menunjukkan tahanan listrik lebih rendah, yaitu 12,0  $\Omega$ /km. Hal ini memperlihatkan adanya hubungan langsung antara ukuran konduktor dengan nilai tahanan listrik: semakin kecil diameter, semakin tinggi nilai resistansinya. Variasi ketebalan isolasi yang kecil (0,44–0,46 mm) tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai tahanan listrik, namun konsistensi isolasi sangat penting untuk menjamin keamanan kabel dari gangguan eksternal seperti panas, gesekan, maupun kelembaban. Oleh karena itu, meskipun variasi kecil terjadi, hasil pengukuran masih sesuai dengan standar mutu.

Untuk memperjelas kecenderungan data, dibuat grafik pendukung. **Gambar 3** menunjukkan distribusi diameter konduktor dari setiap sampel, sedangkan **Gambar 4** memperlihatkan variasi nilai tahanan listrik pada sampel uji.

r 3. Grafik distribusi diameter konduktor pada 10 sampel kabel

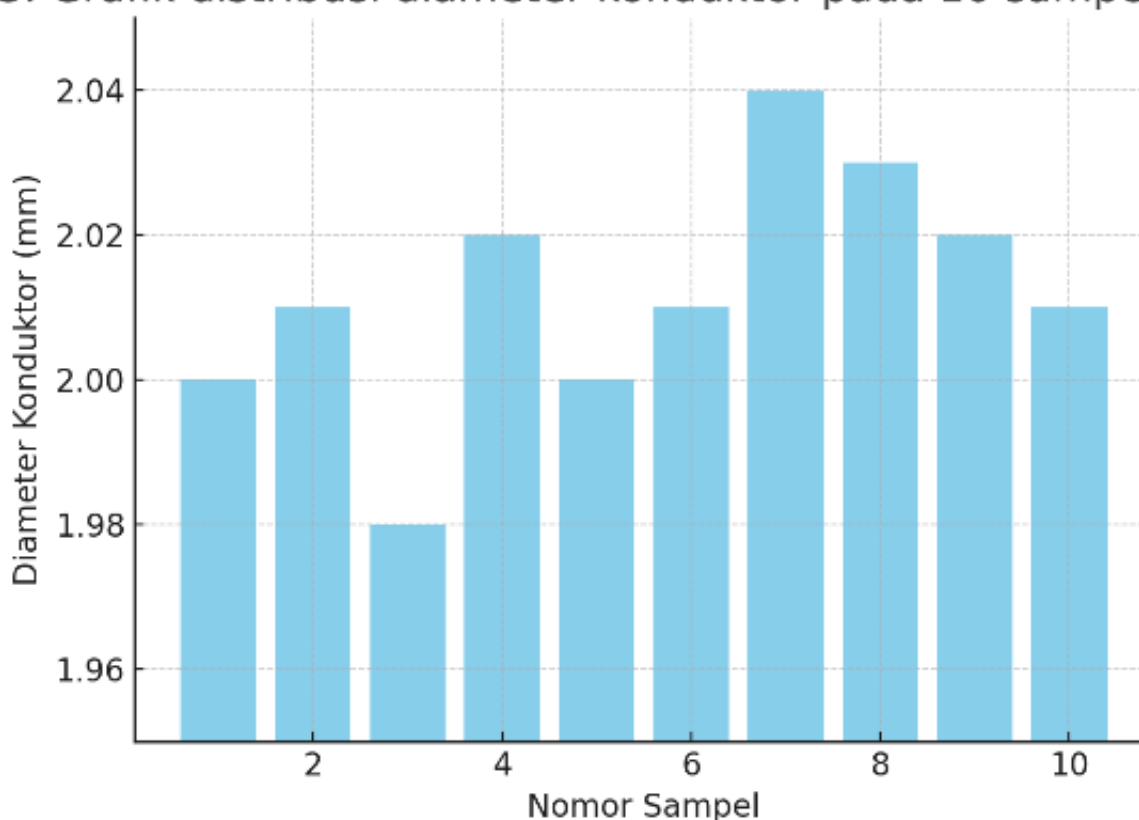


Figure 3.

Figure 4. Grafik variasi nilai tahanan listrik pada 10 sampel kabel otomotif

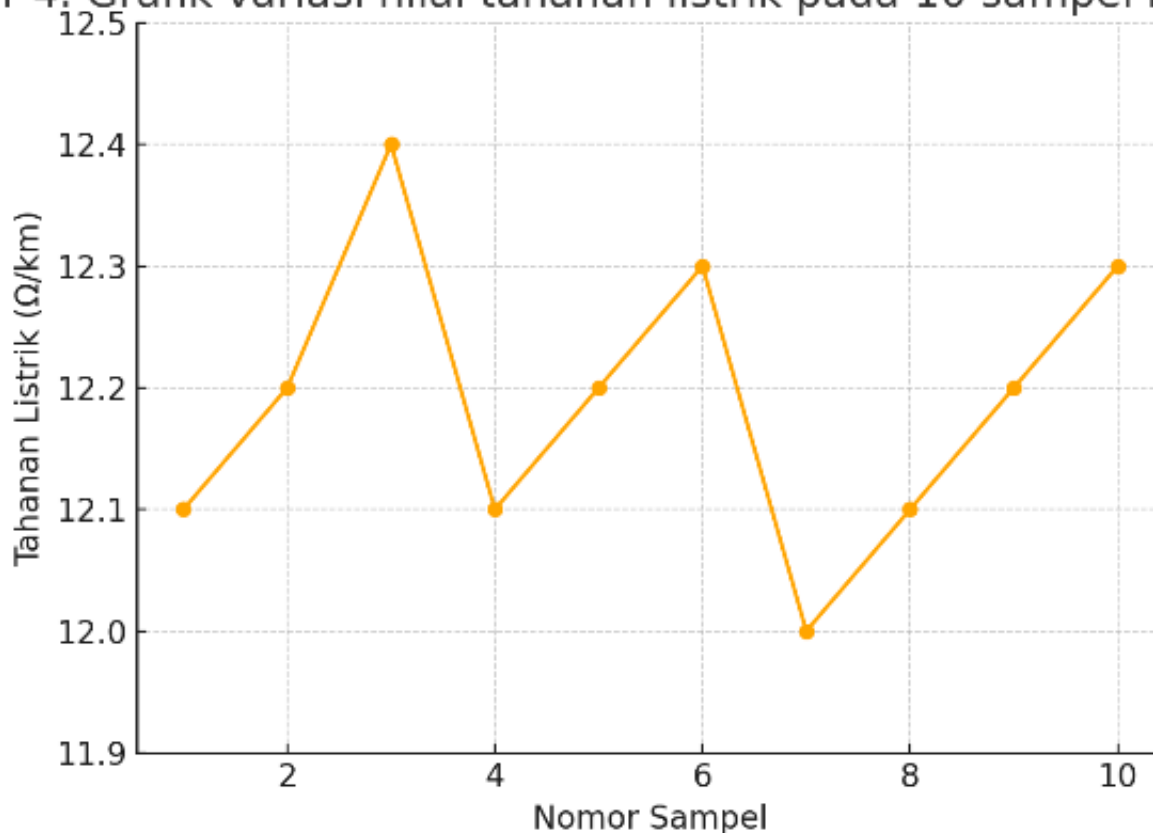


Figure 4.

Gambar 3 Gambar 4

**Gambar 3.** Grafik distribusi diameter konduktor pada 10 sampel kabel otomotif **Gambar 4.** Grafik variasi nilai tahanan listrik pada 10 sampel kabel otomotif

Berdasarkan Gambar 3, distribusi diameter konduktor relatif stabil dengan deviasi maksimum  $\pm 0,02$  mm dari nilai nominal. Hal ini menunjukkan bahwa proses wire drawing berjalan baik meskipun masih terdapat sedikit variasi. Gambar 4 memperlihatkan bahwa nilai tahanan listrik cenderung berbanding terbalik dengan diameter konduktor, dimana sampel dengan diameter terkecil memiliki resistansi tertinggi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa kabel otomotif yang diproduksi PT. Xxx memenuhi standar ISO 6722 untuk parameter dimensi dan kelistrikan. Variasi yang muncul masih dalam batas aman, namun tetap perlu diperhatikan agar tidak memengaruhi performa jangka panjang kabel.

Analisis menunjukkan hubungan diameter konduktor tahanan listrik sangat signifikan, semakin kecil diameter semakin besar juga tahanannya. Hal ini sesuai hukum resistansi listrik ( $R = \rho L/A$ ), dimana luas penampang ( $A$ ) berbanding terbalik dengan nilai resistensi. Menurut Trommnau et al, automasi dalam proses drawing dan extrusion dapat mengurangi variasi dimensi hingga 30%. Selain itu, penempatan sensor real-time dan kontrol berbasis data (industry 4.0) dapat menekan deviasi kualitas.

## Simpulan

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis kualitas dan proses produksi kabel otomotif di PT. Xxx, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Kualitas Produk Secara Umum Memenuhi Standar ISO 6722 hasil pengujian terhadap 10 sampel kabel menunjukkan bahwa nilai rata-rata diameter konduktor sebesar 2,01 mm, ketebalan isolasi 0,45 mm, dan tahanan listrik 12,2  $\Omega/\text{km}$ . Semua nilai

tersebut berada dalam batas toleransi yang ditentukan oleh standar ISO 6722. Hal ini membuktikan bahwa proses produksi secara umum berjalan dengan baik dan menghasilkan produk yang sesuai standar internasional. Variasi Kecil Tetap Terjadi dan Perlu Perhatian meskipun seluruh sampel memenuhi spesifikasi, terdapat deviasi kecil yang dapat mempengaruhi kualitas produk dalam jangka panjang, khususnya pada diameter konduktor (1,98 mm pada sampel ke-3 dan 2,05 mm pada sampel ke-4) serta ketebalan isolasi yang sedikit berfluktuasi antara 0,43–0,46 mm. Deviasi ini menunjukkan bahwa proses produksi belum sepenuhnya stabil dan masih memerlukan pengendalian lebih lanjut. Faktor penyebab variasi kualitas, berdasarkan hasil observasi, variasi tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh: Keausan die pada mesin wire drawing, yang mengubah dimensi kawat tembaga. Fluktuasi suhu dan tekanan pada mesin ekstrusi, yang mempengaruhi ketebalan isolasi. Kurangnya pengawasan kualitas secara real-time, sehingga variasi baru terdeteksi setelah pengujian akhir.

Hubungan antar parameter sesuai materi Terlihat bahwa diameter konduktor memiliki pengaruh langsung terhadap nilai tahanan listrik, sesuai prinsip dasar konduktivitas. Sampel dengan diameter lebih kecil menunjukkan nilai tahanan yang lebih tinggi, sehingga menjaga dimensi konduktor sangat penting untuk performa kelistrikan kendaraan.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada PT. Xxx yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan magang dan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah mendukung penelitian ini.

## References

1. International Organization for Standardization, Road Vehicles — 60 V and 600 V Single-Core Cables — Dimensions, Test Methods and Requirements (ISO 6722-1:2011). Geneva: ISO, 2011.
2. D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, 7th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2013.
3. J. Trommnau, M. Müller, and J. Schäfer, "Inline Quality Control in Wire Manufacturing Using Laser-Based Measurement Systems," Journal of Manufacturing Processes, vol. 47, pp. 106–115, 2019, doi: 10.1016/j.jmapro.2019.09.031.
4. S. H. Prawiro, "Optimasi Proses Ekstrusi Isolasi Kabel Menggunakan Metode Taguchi," Jurnal Teknologi Material dan Manufaktur, vol. 9, no. 2, pp. 45–54, 2020, doi: 10.21009/jtmm.092.05.
5. Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation IPA, Advanced Quality Monitoring in Cable Production: Integrating Industry 4.0 Technologies. Stuttgart: Fraunhofer IPA, 2023.
6. J. E. Shigley and J. J. Uicker, Mechanical Engineering Design, 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2015.
7. P. N. Rao and N. R. Babu, "Advances in Wire Drawing Process for Improved Quality in Electrical Conductors," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 90, no. 5–8, pp. 1639–1650, 2017, doi: 10.1007/s00170-016-9493-5.
8. ISO 14572, Road Vehicles — Round, Sheathed, 60 V and 600 V Screened and Unscreened Multicore Cables. Geneva: ISO, 2011.
9. D. Lee et al., "Comparative Study of Copper and Aluminium Conductors for Automotive Applications," IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, vol. 6, no. 4, pp. 541–548, 2016.
10. SAE International, High-Temperature Automotive Wire Insulation Standards, SAE J1127, 2018.
11. L. Zhang et al., "Environmental Degradation of Automotive Wiring Insulation Under Combined Thermal and Vibrational Loading," Polymers for Advanced Technologies, vol. 31, pp. 2450–2462, 2020.
12. K. Li and J. Wang, "Application of Predictive Maintenance in Cable Manufacturing," Journal of Intelligent Manufacturing, vol. 32, pp. 1221–1233, 2021.
13. B. H. Sudrajat, "Recycling of Copper and PVC in Indonesian Cable Industry," Jurnal Teknologi Industri, vol. 12, no. 2, pp. 33–40, 2019.
14. Kumar and S. Singh, "Biopolymer-Based Insulation Materials for Sustainable Automotive Cables," Materials Today: Proceedings, vol. 45, pp. 3264–3270, 2021.
15. M. R. Al-Aubaidi, H. M. Al-Sultani, and A. A. Al-Jumaily, "Optimization of Extrusion Parameters for Polymer Insulated Wires Using Response Surface Methodology," Journal of King Saud University - Engineering Sciences, vol. 34, no. 3, pp. 182–190, 2022, doi: 10.1016/j.jksues.2020.10.005.