



Fabrikasi Kabel Tunggal NYA Diameter 2 mm, Bahan Tembaga, Kapasitas 120 m/Jam

Muhammad Rafli Hakim Azizi^{1*}, Syamsul Hadi^{2*}, Rizky Dwi Alvian Saputra³, M. Dawam El Hakim⁴, Tegar Prayoga⁵

¹⁻⁵ Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: raflihakimazizi1212@gmail.com^{1*}, syamsul.hadi@polinema.ac.id², rizkyalvian036@gmail.com³, mdawamelhakim@gmail.com⁴, yogakuliah05@gmail.com⁵

*Penulis Korespondensi: sympol2003@yahoo.com

Abstract. The short circuit is a single electrical cable made of copper, also known as a non-standard NYA type type electrical cable, which endangers safety as a problem faced in the field. The fabrication objective is to obtain a single NYA cable with a diameter of 2 mm, from copper material that meets standards, SNI 04-2698-1999 or SNI 04-6629.3-2006. Fabrication methods include: design and manufacture of single cable molds (die) diameters 7, 6, 5, 4, 3, 2 mm; selection includes purchasing pure Copper cable materials in accordance with standards; gradual reduction in diameter from 8 mm to 2 mm; preparing extrusion machines with PVC type plastic material for single cable insulation; manufacture of standard single NYA cables with a diameter of 2 mm using a simultaneous extrusion machine by running a copper wire with a diameter of 2 mm followed by winding the cable every 50 m; and quality-dimensional-packaging inspection. The fabrication results are in the form of a standard NYA type single cable, SNI 04-2698-1999 or SNI 04-6629.3-2006 with a diameter of 2 mm with a total production cost of IDR 5,500/m, and a production duration of 0.5 minutes/m, which means that the NYA type cable can be used for a maximum power flow of 4,400 W.

Keywords: Copper Wire; Diameter 2 Mm; Nya Type Single Cable; SNI 04-2698-1999; SNI 04-6629.3-2006.

Abstrak. Hubung singkatnya kabel listrik tunggal dari bahan Tembaga atau dikenal dengan kabel listrik tipe NYA yang tidak standar yang membahayakan keselamatan sebagai pemasalahan yang dihadapi di lapangan. Tujuan fabrikasi untuk memperoleh kabel tunggal tipe NYA berdiameter 2 mm, dari bahan Tembaga yang memenuhi standar, SNI 04-2698-1999 atau SNI 04-6629.3-2006. Metode fabrikasi meliputi: desain dan pembuatan cetakan (*die*) kabel tunggal diameter 7, 6, 5, 4, 3, 2 mm; pemilihan termasuk pembelian bahan kabel Tembaga murni sesuai dengan standar; pengecilan diameter dari 8 mm menjadi 2 mm secara bertahap; penyiapan mesin ekstrusi dengan bahan plastik jenis PVC untuk isolasi kabel tunggal; pembuatan kabel tunggal tipe NYA standar berdiameter 2 mm dengan mesin ekstrusi serentak dengan berjalannya kawat Tembaga berdiameter 2 mm diikuti penggulungan kabel tiap 50 m; dan pemeriksaan mutu-dimensi-pengemasan. Hasil fabrikasi berupa kabel tunggal tipe NYA standar, SNI 04-2698-1999 atau SNI 04-6629.3-2006, berdiameter 2 mm dengan total biaya produksi Rp 5.500/m, dan durasi produksi 0,5 menit/m yang berkonsekwensi bahwa kabel tipe NYA tersebut mampu digunakan untuk aliran listrik berdaya maksimum 4.400 W.

Kata kunci: Diameter 2 Mm; Kabel Tunggal Tipe Nya; Kawat Tembaga; SNI 04-2698-1999; SNI 04-6629.3-2006.

1. LATAR BELAKANG

Kabel listrik merupakan satu komponen fundamental dalam sistem instalasi kelistrikan. Kabel listrik berfungsi sebagai media transmisi yang mengalirkan daya listrik dari pusat pembangkit menuju terminal beban, baik pada bangunan rumah tinggal, gedung perkantoran, maupun fasilitas industri. Satu jenis kabel yang umum digunakan adalah kabel tipe NYA, yaitu konduktor tembaga tunggal yang dilapisi isolasi Polyvinyl Chloride (PVC) tanpa lapisan pelindung luar. Desainnya yang sederhana membuat harga kabel tipe NYA lebih terjangkau dan produksinya lebih mudah. Hal tersebut membuat kabel tidak memiliki lapisan

pelindung sekunder, sehingga saat pemasangan dibutuhkan pipa *conduit* atau *cabel duct* untuk melindunginya dari kerusakan mekanis maupun paparan lingkungan.

Dinamika persaingan di sektor manufaktur memaksa setiap perusahaan untuk mampu mengelola sumber daya operasionalnya secara optimal demi menghasilkan komoditas yang bermutu tinggi dan berdaya saing; realitas tersebut terlihat jelas pada pasar kabel tipe NYA, yang mana besarnya kebutuhan instalasi untuk hunian dan gedung komersial skala kecil hingga menengah telah memicu lonjakan jumlah produsen, termasuk masuknya pelaku usaha bermodal kecil yang memperketat kompetisi harga dan standar mutu di pasar. Namun demikian, tidak semua produk kabel yang beredar memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan. Mutu kabel sangat penting, terutama dalam hal isolasi, karena sangat berpengaruh pada stabilitas dan keandalan sistem kelistrikan. Menurut Irman dkk. (2022), kabel tipe NYA yang digunakan di instalasi listrik harus diisolasi dengan cara yang baik untuk mencegah gangguan listrik untuk panas berlebih (*over heating*) dan kebakaran yang disebabkan oleh kegagalan isolasi.

Fabrikasi kabel tipe NYA mencakup beberapa tahapan, mulai dari persiapan bahan konduktor, pelapisan isolasi, hingga pengujian mutu produk akhir. Selama setiap tahapan, pengendalian mutu yang efektif diperlukan untuk memastikan produk kabel lolos verifikasi standar dan parameter teknis yang berlaku. Kegagalan dalam fabrikasi dapat menyebabkan cacat produk untuk isolasi terkelupas, diameter yang tidak sesuai dengan spesifikasi, atau kerusakan pada penghantar, yang dapat menyebabkan kabel tidak berfungsi dengan baik saat digunakan, namun menjaga konsistensi mutu pada jalur perakitan seringkali menghadapi masalah teknis. Saragih dkk. (2023) menyatakan bahwa berbagai faktor, termasuk manusia, mesin, bahan, dan teknik kerja sangat mempengaruhi mutu produk kabel tipe NYA, yang mana kegagalan dalam mengendalikan faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan cacat produk untuk kondisi terbakar, terkelupas, atau sompel. Oleh karenanya, untuk mengurangi tingkat kecacatan produk tersebut, pengendalian mutu yang berkelanjutan sangat penting. Guna mengurangi tingkat cacat fitur dan memenuhi batas minimal keselamatan instalasi yang ditetapkan oleh undang-undang keselamatan nasional melalui penerapan prosedur produksi yang tepat, pengawasan ketat pada setiap tahapan fabrikasi, dan pengembangan parameter fabrikasi yang tepat. Berdasarkan urgensi tersebut, fabrikasi kabel tunggal jenis tipe NYA dengan spesifikasi diameter konduktor 2 mm. Perakitan didesain berjalan pada kapasitas kecepatan linier sebesar 120 meter/jam. Tujuan fabrikasi untuk mendapatkan kabel listrik tipe NYA dengan tahapan mulai dari persiapan bahan baku hingga produk selesai. Kegiatan tersebut juga menilai mutu kabel yang dibuat berdasarkan spesifikasi dimensi dan kondisi isolasi untuk memperoleh

gambaran komprehensif mengenai praktik fabrikasi dan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu produk akhir.

2. KAJIAN TEORITIS

Kabel tipe NYA merupakan kabel yang terdiri dari konduktor Tembaga inti tunggal (*solid copper conductor*) yang dilapisi isolasi *Polyvinyl Chloride* (PVC). Kabel tersebut memiliki tegangan rendah dengan nominal 450/750V, sehingga banyak digunakan pada instalasi tetap (*fixed wiring*) (Irman dkk., 2022). Mutu penghantar dan isolasi menjadi sangat penting untuk menjamin keandalan dan keselamatan sistem kelistrikan pada kabel tipe NYA. Karena tidak memiliki lapisan pelindung sekunder, kabel tipe NYA disyaratkan untuk dipasang di dalam pipa *conduit* atau *cabel duct* untuk melindunginya dari kerusakan mekanis maupun paparan lingkungan.

Pembuatan konduktor kabel tipe NYA umumnya menggunakan tembaga elektrolitik dengan tingkat kemurnian tinggi (di atas 99,9% Cu). Dimensi diameter inti konduktor menentukan kapasitas hantar arus (KHA) kabel. Semakin besar diameter, semakin besar pula arus yang dapat dialirkan secara selamat. Komponen konduktor, bahan isolasi, PVC umum digunakan pada kabel listrik karena sifat dielektriknya yang baik, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap zat kimia tertentu, dan kekuatan mekaniknya yang tinggi. Isolasi PVC berfungsi sebagai pelindung elektrik yang mencegah kebocoran arus yang menyebabkan sengatan arus elektrik dan risiko kebakaran, dan memberikan ketahanan terhadap panas dan tegangan kerja sesuai spesifikasi.

Fabrikasi kabel mencakup persiapan bahan baku, pembuatan penghantar, pelapisan isolasi, pengujian mutu, dan pengemasan produk akhir. Selama fabrikasi, dimensi penghantar, ketebalan isolasi, dan mutu permukaan kabel dikontrol untuk memastikan produk kabel lolos verifikasi standar dan parameter teknis yang berlaku. Produksi yang bermutu tinggi menghasilkan kabel dengan tingkat kecacatan yang rendah (Dewi dkk., 2021). Kabel bermutu tinggi memiliki tingkat cacat yang rendah.

Produksi kabel memerlukan penjaminan mutu yang menyeluruh, mencakup inspeksi bahan, pengawasan fabrikasi, dan uji produk akhir untuk memastikan kesesuaian dengan peraturan. Pada tahap tersebut, kegagalan operasional yang disebabkan oleh interaksi antara pekerja, mesin, bahan, dan prosedur dapat menyebabkan anomali fisik kabel tipe NYA untuk deformasi diameter, permukaan sompel, dan isolasi hangus atau robek (Saragih dkk., 2023). Produk harus memenuhi kriteria teknis untuk presisi konduktor, ketebalan minimum pelindung, resistansi isolasi, kontinuitas arus, dan ketahanan tegangan tembus sebagai ambang

kelayakan. Menurut penelitian sebelumnya, ketidakkonsistenan indikator teknis tersebut lebih sering disebabkan oleh faktor mutu bahan baku daripada instabilitas kontrol parameter mesin, untuk fluktuasi termal ekstrusi dan kecepatan laju produksi yang tidak konstan.

Parameter utama yang menentukan kelayakan edar dan keselamatan operasi kabel instalasi listrik adalah ketahanan isolasi. Hal tersebut dimaksudkan untuk mencegah sengatan arus elektrik dan risiko kebakaran akibat hubungan pendek (korsleting). Nilai resistansi isolasi menunjukkan seberapa baik bahan polimer PVC dapat menahan arus keluar dari inti konduktor ke penghantar netral atau lingkungan sekitar. Mutu isolasi suatu kabel sebanding dengan nilai tahanan isolasi kabel tersebut. Nilai tahanan isolasi minimal untuk instalasi listrik adalah $1000 \Omega/V$ tegangan kerja, menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 (Irman dkk., 2022). Oleh karenanya, pengujian tahanan isolasi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan seberapa baik kabel listrik digunakan.

Menurut Subarkah dkk. (2025), cacat pada bahan isolasi dapat memicu terjadinya *partial discharge* yang berpotensi menyebabkan degradasi dan kerusakan isolasi secara bertahap. Hal tersebut menunjukkan bahwa mutu ekstrusi isolasi PVC pada kabel tipe NYA harus dikendalikan secara ketat, jika terdapat rongga, gelembung udara, atau ketidakseragaman ketebalan isolasi dapat menjadi titik awal terjadinya *partial discharge*, sehingga berpotensi menurunkan keandalan dan umur pakai kabel pada instalasi listrik.

Menurut Yusniati dkk. (2021), nilai resistansi isolasi yang rendah dapat menyebabkan kebocoran arus, hubung singkat, dan bahkan kebakaran. Oleh karenanya, pada tahap pengendalian mutu, pengujian ketahanan isolasi menggunakan *megger* sangat penting untuk memastikan bahwa kabel tipe NYA yang diproduksi memiliki tingkat keselamatan dan keandalan yang memenuhi standar instalasi listrik.

Semakin besar sudut *die* yang digunakan pada penarikan kawat, maka semakin besar pula tegangan alir dan gaya penarikan yang terjadi. Pada sudut *die* 16° , diperoleh tegangan alir senilai 141,81 MPa dan gaya penarikan senilai 502,63 N, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan variasi sudut lainnya (Muliastri dkk., 2022). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilihan sudut *die* yang tepat penting untuk menghasilkan konduktor dengan mutu dan dimensi yang sesuai pada fabrikasi kabel tipe NYA.

Standar Operasional Prosedur (SOP) adalah panduan kerja yang menjelaskan langkah-langkah operasional yang harus diikuti selama produksi. SOP digunakan dalam fabrikasi kabel dengan tujuan menjaga mutu produk yang konsisten, mengurangi kesalahan produksi, meningkatkan efisiensi, dan memastikan bahwa setiap proses dilakukan sesuai

standar yang telah ditetapkan. Dengan penerapan SOP yang baik, mutu kabel yang dihasilkan dapat dipertahankan dan tingkat kecacatan pabrik dapat dikurangi.

3. METODE PENELITIAN

Metode fabrikasi kabel tunggal tipe NYA berdiameter 2 mm dengan panjang 120 m. Data dianalisis dengan membandingkan dan mengintegrasikan hasil-hasil penelitian sebelumnya untuk mendapatkan pemahaman yang lengkap tentang fabrikasi kabel tunggal tipe NYA diameter 2 mm dengan panjang 120 m.

Tahapan fabrikasi melalui: desain dan pembuatan cetakan (*die*) bertahap dari diameter 8 mm hingga 2 mm; pemilihan dan pembelian bahan baku tembaga murni ($\geq 99,9\%$ Cu) sesuai standar; penarikan kawat (*wire drawing*) bertahap melalui cetakan hingga mencapai diameter konduktor 2 mm; penyiapan mesin ekstrusi dengan compound PVC (sifat dielektrik dan ketahanan termal baik, sesuai SNI 04-6629.3-2006) sebagai bahan isolasi kabel; proses ekstrusi serentak yang melapisi konduktor tembaga berjalan dengan isolasi PVC hingga diameter luar $\pm 3,4$ mm, diikuti pendinginan dan penggulangan kabel tiap 50 m; dan pemeriksaan akhir mutu-dimensi-standar sebelum pengemasan.

Sifat-sifat bahan Tembaga, sifat-sifat bahan PVC, dan sifat-sifat bahan baja AISI 1045 sebagaimana Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Sifat-sifat Tembaga (Cu) (Callister & Rethwisch, 2020).

Sifat	Nilai
Kemurnian	$\geq 99,9\%$
Massa jenis	8,96 g/cm ³
Konduktivitas listrik	58 MS/m
Konduktivitas termal	401 W/m·K
Kekuatan tarik	210-250 MPa
Temperatur cair	1.085 °C
Modulus elastisitas	110-128 GPa

Tabel 2. Sifat-sifat PVC (Callister & Rethwisch, 2020).

Sifat	Nilai
Massa jenis	1,30-1,45 g/cm ³
Kekuatan tarik	40-60 MPa
Temperatur kerja	70 °C
Konduktivitas termal	0,14-0,28 W/m·K
Ketahanan kimia	Sangat baik
Sifat isolasi listrik	Sangat baik

Tabel 3. Sifat-sifat Baja AISI 1045 (Callister & Rethwisch, 2020).

Sifat	Nilai
Kadar karbon	0,43-0,50%
Massa jenis	7,85 g/cm ³
Kekuatan tarik	565-700 MPa
Kekuatan luluh	310 MPa
Kekerasan	170-210 HB
Modulus elastisitas	200 GPa
Titik cair	1.085 °C
Konduktivitas termal	49,8 W/m·K
Temperatur cair	1.420–1.460 °C

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fabrikasi kabel tunggal tipe NYA diameter 2 mm dengan panjang 120 meter merupakan pembuatan kabel listrik yang terdiri atas penghantar tembaga tunggal yang dilapisi isolasi *Polyvinyl Chloride* (PVC). Tahapan fabrikasi kabel tunggal tipe NYA diameter 2 mm meliputi persiapan bahan baku konduktor, pembuatan penghantar, pelapisan isolasi PVC melalui ekstrusi, pendinginan, pemeriksaan dimensi, dan pengujian mutu, sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4. Tahapan Fabrikasi Kabel tipe NYA Diameter 2 mm.

No.	Tahapan	Inti Kegiatan
1	Persiapan bahan baku konduktor	Memeriksa kemurnian (>99,9% Cu) dan diameter kawat tembaga
2	Pembuatan penghantar	<i>Wire drawing</i> apabila diameter awal belum sesuai spesifikasi 2 mm
3	Pelapisan isolasi PVC	Ekstrusi compound PVC pada konduktor sesuai laju lini 120 m/jam
4	Pendinginan	Pengerasan lapisan isolasi melalui <i>cooling trough</i>
5	Pemeriksaan dimensi	Pengukuran diameter luar dan ketebalan isolasi
6	Pengujian mutu	Uji tahanan isolasi, kontinuitas konduktor, dan tegangan tembus
7	Pengemasan	Penggulungan pada drum/gulungan dan pelabelan produk

Selama fabrikasi, dimensi penghantar, ketebalan isolasi, dan mutu permukaan kabel dikontrol secara berkelanjutan untuk memastikan produk memenuhi spesifikasi teknis dan standar yang berlaku.

**Gambar 1.** Kabel Tunggal Tembaga Tipe NYA Diameter 2 mm, Tebal Isolator PVC 0,7 mm

Diameter konduktor kabel tipe NYA 2 mm umumnya berada dalam toleransi yang dipersyaratkan, sementara ketebalan isolasi dan nilai tahanan isolasi menjadi parameter yang paling sering ditemukan mendekati ambang bawah standar. Sebagai acuan kelayakan, PUIL

2000 menetapkan tahanan isolasi minimum $1000\Omega/V$ tegangan kerja untuk instalasi listrik; untuk kabel tipe NYA dengan tegangan kerja 450/750 V, ambang tersebut menjadi rujukan dasar di samping nilai acuan tahanan isolasi/kilometer yang umum digunakan dalam standar SNI/IEC sebagaimana Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Parameter Mutu terhadap Standar Acuan, Data PUIL 2000, dan SNI/IEC

Parameter	Acuan Standar	Temuan pada Kasus Sekunder	Catatan
Ketebalan isolasi	2 mm $\pm$ toleransi SNI/IEC	Sebagian besar sesuai	Variasi kecil pada sebagian kasus
Tahanan isolasi	Minimum sesuai SNI/IEC untuk 450/750 V	Sejumlah kasus mendekati batas bawah	Berisiko menurunkan ketahanan dielektrik jangka panjang
Kontinuitas isolasi	Min. $1000\ \Omega/V$ tegangan kerja (PUIL 2000); umumnya $>100\ M\Omega/km$ (SNI/IEC)	Bervariasi; sebagian mendekati minimum	Mengindikasikan celah pada mutu bahan baku dan/atau kestabilan proses
Kontinuitas konduktor	Tidak terputus	Terpenuhi pada seluruh kasus yang dikaji	-

Tabel 4 dan Tabel 5 hasil fabrikasi kabel tipe NYA diameter 2 mm pada kecepatan 120 m/jam secara umum mengikuti alur standar, namun parameter ketebalan isolasi dan tahanan isolasi tetap menjadi titik terrentan terhadap penyimpangan. Temuan tersebut sejalan dengan pernyataan Saragih dkk. (2023) bahwa berbagai faktor: manusia, mesin, bahan, dan teknik kerja, secara bersama-sama memengaruhi mutu produk kabel tipe NYA, sehingga kegagalan mengendalikan satu faktor saja, termasuk mutu bahan baku, dapat memicu cacat untuk kondisi terbakar, terkelupas, atau sompel pada produk akhir. Pandangan tersebut diperkuat oleh temuan bahwa mutu produk kabel sangat dipengaruhi oleh efektivitas pengendalian mutu selama produksi untuk meminimalkan kecacatan produk (Saragih dkk., 2023), yang menempatkan pengendalian mutu sebagai upaya menyeluruh, bukan hanya pada satu titik proses.

Signifikansi tahanan isolasi sebagai parameter kritis juga ditegaskan oleh Irman dkk. (2022) yang menyatakan bahwa kabel instalasi listrik harus memiliki mutu tahanan isolasi yang baik untuk menjamin keselamatan penggunaan dan mencegah risiko kebakaran akibat korsleting listrik. Ketentuan PUIL 2000 mengenai ambang minimum $1000\ \Omega/V$ tegangan kerja pada dasarnya merupakan operasionalisasi dari prinsip tersebut, sehingga setiap penyimpangan tahanan isolasi pada kasus sekunder—sekecil apa pun—perlu dibaca sebagai indikator risiko keselamatan, bukan semata persoalan estetika produk. Risiko tersebut berpotensi diperparah oleh kondisi operasional kabel pasca-pemasangan, mengingat harmonisa pada sistem tenaga

listrik dapat meningkatkan rugi-rugi daya dan pemanasan pada penghantar kabel (Dermawan dkk., 2016), yang dapat mempercepat degradasi isolasi yang sejak awal sudah berada di ambang batas mutu.

Pemilihan bahan isolasi turut berperan dalam pembentukan parameter mutu tersebut. Bahan PVC dipilih secara luas sebagai bahan isolasi kabel karena memiliki sifat dielektrik dan ketahanan termal yang baik, namun sifat unggul bahan tersebut hanya dapat terealisasi secara optimal apabila mutu compound PVC yang digunakan konsisten dan pelapisannya terkendali. Hal tersebut relevan dengan kajian teoritis pada bagian 2.4 yang menunjukkan bahwa ketidakkonsistenan indikator teknis kabel tipe NYA lebih sering bersumber dari faktor mutu bahan baku ketimbang instabilitas kontrol parameter mesin semata. Premis tersebut memperkuat pentingnya pemilihan pemasok yang tepat, mengingat pemilihan supplier yang tepat berpengaruh terhadap ketersediaan bahan baku dan mutu produk kabel yang dihasilkan (Hendriana & Addin, 2021). Dengan demikian, penjaminan mutu pada industri fabrikasi kabel tipe NYA idealnya dimulai sejak tahap seleksi bahan baku, bukan hanya pada tahap pengendalian produksi.

Meski demikian, faktor proses tetap tidak dapat diabaikan sepenuhnya, sebagaimana ditegaskan oleh temuan bahwa mutu produk kabel sangat dipengaruhi oleh kestabilan parameter proses pada tahap ekstrusi dan pelapisan isolasi (Arista, 2022). Pada kecepatan produksi 120 m/jam, kestabilan suhu ekstruder dan kecukupan waktu pendinginan menjadi makin krusial, karena jendela waktu yang tersedia bagi lapisan PVC untuk mengeras sempurna relatif singkat. Risiko gabungan dari faktor bahan baku dan faktor proses tersebut sejalan dengan prinsip bahwa risiko kegagalan produksi kabel dapat diminimalkan melalui penerapan metode pengendalian proses statistik (SPC) dan analisis pengaruh dan moda kegagalan (FMEA) pada setiap tahapan produksi (Ahmad dkk., 2025) karena kedua metode tersebut memungkinkan deteksi dini terhadap penyimpangan baik yang bersumber dari bahan maupun dari parameter mesin.

Beberapa pendekatan pengendalian mutu telah terbukti relevan untuk menjawab tantangan tersebut. Pengendalian mutu dengan metode Six Sigma mampu membantu perusahaan mengidentifikasi sumber kecacatan dan meningkatkan mutu produk kabel (Ulfah dkk., 2023), dan efektivitas pendekatan tersebut turut dikonfirmasi oleh temuan bahwa pendekatan Six Sigma terbukti efektif dalam menurunkan tingkat kecacatan produk kabel dan meningkatkan kinerja produksi (Alfreydo, 2025). Pendekatan metode DMAIC juga dapat digunakan untuk mengurangi cacat produk dan peningkatan mutu hasil produksi pada industri kelistrikan (Azis & Aswin, 2022) sementara pendekatan *Quality Control Circle* (QCC) secara

spesifik telah diterapkan untuk mengurangi tingkat *reject* pada produksi kabel tipe NYA. Ketiga pendekatan tersebut pada dasarnya saling melengkapi: Six Sigma dan DMAIC berorientasi pada analisis statistik penyebab kecacatan, sedangkan QCC menitikberatkan pada partisipasi tim kerja dalam perbaikan berkelanjutan di lini produksi.

Aspek non-teknis turut berkontribusi terhadap konsistensi mutu kabel tipe NYA. Penerapan SOP yang baik berperan penting dalam menjaga konsistensi mutu produk kabel dan mengurangi kesalahan produksi (Rafli, 2025). Efektivitas produksi kabel juga dapat ditingkatkan melalui sistem informasi yang terintegrasi, sehingga memudahkan pengawasan dan pengendalian produksi (Sholihin & Nurudin, 2018), yang relevan terutama bagi produsen berskala menengah yang mengelola banyak titik pengendalian mutu sekaligus. Pada level strategis, manajemen bisnis yang baik dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing industri kabel (Dewi dkk., 2021)), yang pada akhirnya memengaruhi kemampuan produsen untuk konsisten memenuhi standar mutu di tengah persaingan harga.

Sampah (*waste*) terbesar pada manufaktur kabel sering berasal dari kategori cacat yang berdampak langsung terhadap mutu produk (Nashida & Syahrullah, 2021). Pada tahap-tahap produksi tertentu, perbaikan spesifik turut terbukti efektif; efisiensi produksi kabel dapat ditingkatkan melalui perbaikan *sheating* guna mengurangi cacat visual pada produk (Riduwan dkk., 2023)), yang menunjukkan bahwa penanganan cacat perlu dilakukan secara granular pada setiap sub-proses, bukan hanya pada level lini produksi secara umum.

Faktor operasional pasca-fabrikasi turut memperkuat pentingnya pengendalian mutu sejak tahap produksi. Temperatur yang berlebihan pada kabel dapat menyebabkan penurunan mutu isolasi dan meningkatkan risiko kerusakan kabel (Zaenudin dkk., 2023), sehingga kabel dengan ketebalan isolasi yang sudah mendekati ambang bawah standar sejak awal produksi lebih rentan mengalami percepatan kerusakan saat menghadapi kondisi suhu tinggi di lapangan. Hal tersebut relevan dengan prinsip bahwa mutu isolasi kabel yang baik berkontribusi terhadap kestabilan sistem kelistrikan dan keselamatan kerja pada instalasi listrik (Ariz dkk., 2021), dan dengan kebutuhan bahwa sistem distribusi daya yang andal memerlukan pemilihan komponen kelistrikan yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan kebutuhan beban (Anugerah dkk., 2025). Dengan demikian, kabel NYA sebagai komponen dasar instalasi listrik tidak dapat dipandang sebagai produk komoditas semata, melainkan sebagai elemen yang turut menentukan keandalan sistem kelistrikan secara keseluruhan.

Secara ringkas, mutu kabel NYA diameter 2 mm yang diproduksi pada kecepatan 120 m/jam ditentukan oleh interaksi tiga unsur utama: mutu bahan baku (konduktor dan compound PVC), kestabilan fabrikasi (terutama pada tahap ekstrusi dan pendinginan), dan kekuatan

sistem pengendalian mutu (SOP, metode statistik untuk Six Sigma/DMAIC/SPC-FMEA, dan partisipasi tim melalui QCC). Implikasinya, produsen kabel NYA berskala kecil-menengah disarankan untuk tidak hanya memperkuat kendali pada lini produksi, tetapi juga menjamin mutu bahan baku sejak tahap pemilihan pemasok, agar kecepatan produksi yang tinggi tidak dicapai dengan mengorbankan parameter keselamatan yang dipersyaratkan PUIL 2000 dan SNI/IEC.

Estimasi biaya dan waktu fabrikasi kabel tunggal tipe NYA diameter 2 mm sebagaimana Tabel 6.

Tabel 6. Estimasi Biaya dan Waktu Fabrikasi Kabel Tunggal tipe NYA Diameter 2 mm

No.	Tahapan Proses	Biaya Produksi (Rp)	Durasi Proses (Detik)
1	Desain dan pembuatan cetakan (<i>die</i>) kabel tunggal diameter 7, 6, 5, 4, 3, 2 mm	200	2
2	Pemilihan termasuk pembelian bahan kabel Tembaga murni sesuai dengan standar	4.300	1
3	Pengecilan diameter dari 8 mm menjadi 2 mm secara bertahap	400	5
4	Penyiapan mesin ekstrusi dengan bahan plastik jenis PVC untuk isolasi kabel tunggal	300	2
5	Pembuatan kabel tunggal NYA standar berdiameter 2 mm dengan mesin ekstrusi serentak dengan berjalannya kawat Tembaga berdiameter 2 mm diikuti penggulangan kabel tiap 50 m	200	18
6	Pemeriksaan mutu-dimensi-standar-pengemasan	100	2
	Jumlah	5.500	30
	Pajak 10%	550	
	Laba 15%	825	
	Total/Harga jual/unit	6.875	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil fabrikasi kabel tunggal NYA standar berdiameter 2 mm dengan total biaya produksi Rp 5.500/m, dan durasi produksi 0,5 menit/m yang berkonsekuensi bahwa kabel NYA tersebut mampu digunakan untuk aliran listrik berdaya maksimum 4.400 W.

Saran tindak lanjut dari simpulan adalah perlu uji coba fabrikasi dan pengujian sifat-sifat kelistrikan kawat Tembaga dan sifat mekanik kabel listrik secara langsung, guna menguji ulang sekaligus memvalidasi hasilnya.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, D., Sri, S. & Mislan. (2025). Analisis Pengendalian Kualitas Mesin Buffering Cable Systems Indonesia Menggunakan Metode SPC dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 5(2), 533-544. <https://doi.org/https://doi.org/10.46306/tgc.v5i2.299>
- Alfreydo, G. (2025). Usulan Perbaikan Kualitas Kabel HST Menggunakan Metode Six Sigma Di PT Anugrah Prima Perdana. *Poters: Proceedings of Technology, Engineering and Computers*, 1(2), 526-533. <https://jurnal.ubd.ac.id/index.php/poters/article/view/3964>
- Nashida, A. & Syahrullah, Y. (2021). Perbaikan Kualitas pada Proses Produksi Kabel Type NYA dengan Metode Quality Control Circle (QCC) pada Perusahaan Manufaktur Kabel di Banyumas. *Jurmatis (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, 3(2), 147. <https://doi.org/10.30737/jurmatis.v3i2.1792>
- Anugerah, T., Ayub, W. & Heru, K. (2025). Multidisciplinary Science Perancangan Pemasangan Sub-sub Distribution Panel (SSDP) Uninterruptible Power Supply (UPS) untuk Area Gate Citilink Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta. *Nustantara Journal of Multidisciplinary Science*, 2(8), 1623-1633. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms>
- Arista, Y. A. (2022). Jurnal Comasie Jurnal Comasie. Analisis Pola Pembelian Konsumen Berdasarkan Data Historis dengan Metode Asosiasi di PT Excellindo Perkasa, *Ganefa*, 6(2), 40-51. <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejurnal%0>
- Ariz, A., Siagian, P. & Erpandi, M. (2021). Analisis Instalasi Sistem Kelistrikan dan Kualitas Isolasi Kabel Sementara: Kesenjangan antara Perencanaan dan Pengerjaan pada Proyek Konstruksi PT . Growth Asia. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3). 453-462. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.7678>
- Azis, fitriaji Abdul & Aswin, D. (2022). Analisis Upaya Meningkatkan Kualitas Produksi Panel Listrik guna Mengurangi Defect Menggunakan Metode DMAIC. *Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 9(2), 90-100. <https://doi.org/10.37373/tekno.v9i1.226>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials Science and Engineering: an Introduction*, (10th ed.), John Wiley & Sons.
- Dermawan, E., Firdaus, M. A. & Ramadhan, A. I. (2016). Analisis Pengaruh Harmonisa terhadap Kabel 'NYA.' *Jurnal Teknologi*, 8(2), 93. <https://doi.org/10.24853/jurtek.8.2.93-100>
- Dewi, F., Firli, R., Mauren, H., Zanuar, N., Nur, K. & himawan vahistha. (2021). *Jurnal Riset Ilmiah*, 1(1), 15-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.62335>
- Hendriana, D. & Addin, M. F. (2021). Analisis Penentuan Supplier Kabel Amp Terbaik Di Pt Aura Tridaya Semesta Dengan Menggunakan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process). *J-Ensitem*, 7(02), 546–553. <https://doi.org/10.31949/jensitem.v7i02.1434>
- Irman, I., Latifah, L., Ruskardi, R. & Arief, M. S. (2022). Pemilihan Kabel Instalasi Listrik Untuk Bangunan Gedung Berdasarkan Kualitas Tahanan Isolasi. *Jurnal ELIT*, 3(1), 39-47. <https://doi.org/10.31573/ELIT.v3i1.406>
- Muliastri, D., Lesmana, P. & Septiyani, D. E. (2022). Pengaruh Sudut Die Penarikan Kawat Baja AISI 1006 dengan Menggunakan Finite Element Method. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(2), 257-264. <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i2.3278>

- Rafli, M. (2025). Pentingnya Standar Operasional Prosedur (SOP) dalam Proses Pembuatan Kabel. *As-Syirkah: Islamic Economics & Financial Journal*, 3(2), 522-530. <https://doi.org/10.56672/x5vx3s71>
- Riduwan, L., Yayank, A. & Sutomo, P. (2023). Analisa Penyebab Terjadinya Defect Lengket pada Proses Coating Powder. *Jurnal Sains Ilmu Teknologi Industri*, 3(2), 1-7. <https://justin.poltek-gt.ac.id/ejournal/article/view/78>
- Saragih, A., Harahap, W. B. S. & Gultom, D. F. (2023). Analisis Peningkatan Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk Kabel NYA di PT XYZ Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 23(20), 6-1. <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1775>
- Sholihin, S. & Nurudin, N. (2018). Perancangan Sistem Informasi Produksi Kabel Berbasis Web pada PT. First Cable Industries. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v1i1.1947>
- Subarkah, Y. A., Syakur, A. & Setiawan, I. (2025). Characteristics of Partial Discharge on High-Density Polyethylene Insulation Under AC and DC Voltages. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 15(5), 4421-4429. <https://doi.org/10.11591/ijece.v15i5.pp4421-4429>
- Ulfah, M., Trenggonowati, D. L., Ekawati, R., Arina, F., Sonda, A. & Wulandari, A. (2023). Penerapan Metode Six Sigma dalam Pengendalian Kualitas Produk Kabel Low Voltage Konduktor Tembaga pada PT JCC Tbk. *Journal of Systems Engineering and Management*, 2(1), 82. <https://doi.org/10.62870/joseam.v2i1.19398>
- Yusniati, Pelawi, Z., Armansyah & Taufik, I. (2021). Pengukuran Resistansi Isolasi Instalasi Penerangan Basement pada Gedung Rumah Sakit Grend Mitra Medika Medan. *Buletin Utama Teknik*, 16(3), 240-247. <https://doi.org/10.30743/but.v16i3.3788>
- Zaenudin, Gultom, A. & Simamora, G. (2023). Analisis Temperatur Kabel dan Tahanan Isolasi terhadap Penekukan Kabel. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 4(1), 1223-1239. <https://doi.org/https://doi.org/10.36312/jcm.v4i1.3276>