

Tinjauan Sistematis Peningkatan Kualitas dan Efisiensi dalam Penggunaan Material Logam Non-Ferro

Alvi Octavianto¹, Andriyas Sugiarto², Syafrian Eko Nugroho³, Siti Rahayu⁴

Program Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

alviocavianto400@gmail.com¹, andrews.sugiarto@gmail.com²,

syafrianeko.nugroho@gmail.com³,

siti.rahayu@pelitabangsa.ac.id⁴

* Corresponding Author: andrews.sugiarto@gmail.com; Tel: 081912601926

DOI: _____

Info Artikel

Dikirim: 16.12.2024

Direvisi: 11.01.2025

Diterima: 15.01.2025

ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya permintaan akan material yang tahan lama dan ramah lingkungan, logam non-ferro seperti aluminium dan tembaga semakin mendapat perhatian di berbagai sektor industri. Proses produksi material ini menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam pengecoran dan pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai teknik perbaikan yang digunakan dalam proses produksi material non-ferro. Metode penelitian ini dilakukan mulai dari pengumpulan artikel, pengolahan serta analisa artikel tersebut dengan menggunakan tinjauan sistematis. Sumber data yang digunakan berupa artikel-artikel dalam rentang waktu tahun 2020 - 2024. Hasil dari penelitian ini menemukan bahwa tahun penerbit penelitian yang paling banyak adalah tahun 2023 dan sebanyak 9 artikel. Berdasarkan industri yang paling banyak ditemukan adalah jenis industri dibidang elektronika sebanyak 5 artikel. Kontribusi penelitian ini adalah untuk memberikan kemudahan peneliti lain sebagai acuan dalam artikel peningkatan kualitas dan efisiensi penggunaan material logam Non – Ferro.

Kata Kunci: Logam Non-Ferro, Kualitas, Produksi, Tinjauan Sistematis

ABSTRACT

Along with technological advances and increasing demand for durable and environmentally friendly materials, non-ferrous metals such as aluminum and copper are increasingly receiving attention in various industrial sectors. The production process of these materials faces various challenges, especially in casting and processing. This study aims to analyze various improvement techniques used in the production process of non-ferrous materials. This research method is carried out starting from collecting articles, processing and analyzing the articles using systematic observation. The data sources used are articles in the period 2020 - 2024. The results of this study found that the year of the most research authors was 2023 and as many as 9 articles. Based on the industry, the most commonly found is the type of industry in the electronics sector with 5 articles. The contribution of this research is to provide convenience for other researchers as a reference in articles to improve the quality and efficiency of the use of Non-Ferro metal materials.

Keywords: Non-Ferrous Metals, Quality, Production, Systematic literature

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatnya kebutuhan akan bahan yang kuat, tahan lama, dan ramah lingkungan, material non-ferro seperti aluminium dan tembaga semakin



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

diminati di berbagai sektor industri, termasuk otomotif, elektronik, konstruksi, dan kelistrikan. Logam non-ferro adalah logam yang tidak memiliki unsur Fe (ferro) sehingga memiliki sifat yang unik seperti ketahanan korosi dan konduktivitas yang tinggi, serta bobot ringan, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang menuntut ketahanan dalam lingkungan yang berat [1]. Tembaga, misalnya, sangat esensial di sektor kelistrikan dan elektronik karena konduktivitas listriknya yang tinggi. Aluminium juga memainkan peran penting dalam industri otomotif karena sifatnya yang ringan, kuat, dan mudah didaur ulang, yang mendukung standar keberlanjutan global [2].

Namun, proses produksi material non-ferro menghadapi berbagai tantangan teknis, terutama dalam proses pengecoran dan pengolahan. Pada tembaga, kontrol suhu yang ketat sangat penting untuk menghindari cacat seperti porositas dan retak panas akibat titik lelehnya yang tinggi. Sementara itu, aluminium rentan terhadap oksidasi saat proses pengecoran, yang berpotensi mengurangi kualitas produk akhir. Kecacatan seperti ini bukan hanya berdampak pada kualitas produk, tetapi juga meningkatkan biaya perbaikan dan pemborosan material, yang menghambat efisiensi dan keberlanjutan [3].

Pendekatan pengendalian kualitas berbasis data kini semakin banyak digunakan untuk meminimalkan cacat sejak tahap awal produksi. Hal ini memungkinkan penghematan biaya, peningkatan kualitas, dan pemenuhan target keberlanjutan yang semakin penting dalam persaingan global [4].

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur untuk mengkaji berbagai studi terdahulu terkait teknik *improvement* dalam proses produksi material non-ferro, khususnya tembaga dan aluminium. Dengan meninjau berbagai literatur dan praktik terbaik di industri, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode *improvement* yang dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, dan daya saing industri material non-ferro, selain itu penelitian ini juga memberikan rekomendasi strategis yang dapat diimplementasikan oleh industri untuk mencapai efisiensi biaya dan keberlanjutan bisnis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kajian literatur dari berbagai artikel yang berkaitan dengan logam non ferro. Tahapan – tahapan dalam melakukan penelitian ini meliputi:

1. Pengumpulan data

Tahap ini adalah proses mengumpulkan data dari referensi berbagai artikel yang berhubungan dengan logam non ferro dengan metode studi literatur.

2. Pengolahan data

Tahap pengolahan data dilakukan setelah proses pengumpulan data cukup, dalam tahap ini ada 2 proses yang dilakukan, yaitu:

a. Pengamatan data

Tahap pengamatan adalah proses peninjauan terhadap artikel-artikel yang sudah dikumpulkan.

b. Penyaringan

Tahap penyaringan adalah proses pemilihan artikel yang sesuai dan yang tidak sesuai dengan tema yang akan diamati. Penyaringan ini sangat penting agar proses pengelompokan artikel sesuai dengan tema yang akan diteliti.

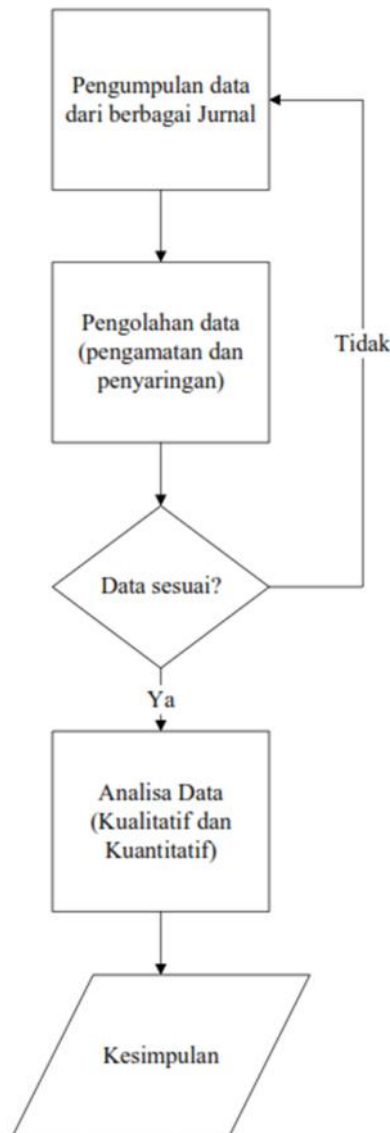
3. Analisis data

Pada tahapan ini, artikel-artikel dianalisis untuk menemukan hubungan antar penelitian sebelumnya, mengidentifikasi pola-pola penyelesaian pada penelitian.

a. Analisa Kuantitatif: mengidentifikasi dan mengelompokkan artikel-artikel berdasarkan sector industri, tahun penerbitan, objek penelitian dan hasil penelitian.



- b. Analisa Kualitatif : mengidentifikasi metode – metode yang digunakan dalam artikel tersebut, sehingga didapatkan hasil artikel yang berkualitas.
4. Kesimpulan
Tahap akhir dari literatur *review* adalah merangkum temuan utama yang diperoleh dari analisis. Peneliti menyusun kesimpulan yang merangkum kontribusi literatur terhadap topik yang diteliti, mengidentifikasi celah penelitian, dan memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Kesimpulan ini juga dapat menyoroti implikasi teoretis dan praktis dari hasil literatur yang ditinjau.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 menggambarkan tahapan penelitian yang dilakukan dalam kajian ini. Tahapan meliputi pengumpulan data dari berbagai sumber artikel, pengolahan data melalui pengamatan dan penyaringan, analisis data secara kuantitatif dan kualitatif, hingga tahap akhir berupa kesimpulan. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa data yang dianalisis relevan dan mendukung tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dibahas hasil dan pembahasan yang didasarkan pada identifikasi pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis data, dan diakhiri dengan kesimpulan.

3.1 Identifikasi Pengumpulan Data Artikel

Pada tahap awal, artikel-artikel ini dikumpulkan berdasarkan judulnya, yaitu perancangan sistem kerja industri manufaktur di Indonesia. Setelah proses pengumpulan data, total ada 30 artikel yang berhasil dikumpulkan, namun hanya 20 artikel yang relevan dengan topik penelitian. Hasil pengumpulan artikel dapat dilihat pada tabel 1.

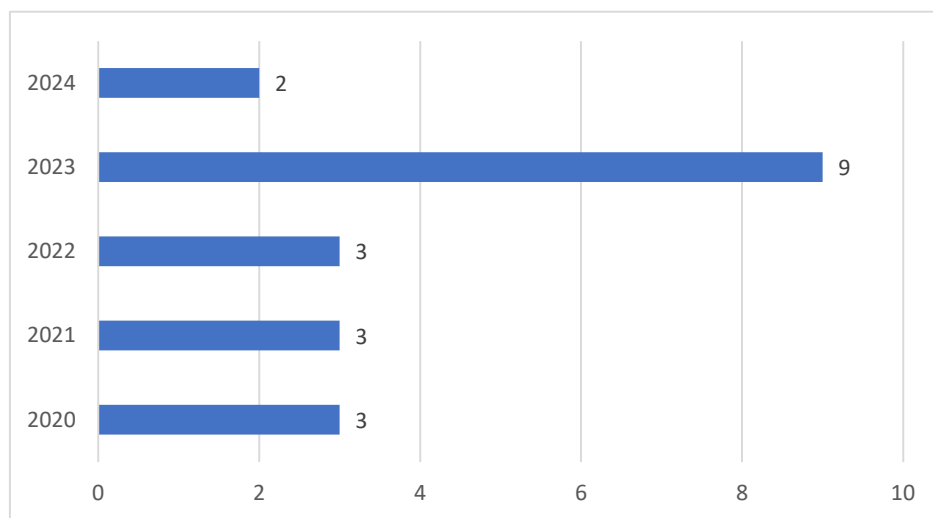
Tabel 1. Kumpulan Tinjauan Sistematik Artikel dari berbagai Jurnal

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Wardani et al., 2024)	Pembuatan lemari alumunium	Faktor cacat terbesar karena kesalahan pengukuran
2	(Setyo & Hayati, 2024)	Produk cor aluminium ADC 12 <i>gravity-diecasting</i>	Penurunan cacat total sebanyak 29,07%
3	(Ulfah et al., 2023)	<i>Defect</i> pada proses produksi kabel <i>low voltage</i> konduktor tembaga	Diameter kabel menjadi penyebab <i>defect</i> terbanyak pada produksi kabel <i>low voltage</i> konduktor tembaga
4	(Saragih et al., 2023)	Produksi kabel NYA	Faktor penyebab cacat produksi kabel NYA yaitu faktor manusia, mesin, material dan metode
5	(Rusmalah & Mashabai, 2023)	Pembuatan jendela alumunium	Jenis cacat terbesar adalah cacat gores sebesar 54,07 %.
6	(Priyono & Radyanto, 2023)	Perakitan <i>Wire Harness</i>	Reject paling dominan adalah salah pemasangan 0.0283 % dan pin lepas 0.0251%
7	(Nugrowibowo, 2023)	Pembuatan Alumunium <i>Alloy Wheel</i>	prosentase cacat produk coran yang awalnya 12,89% turun menjadi 6,61%
8	(Mayusda, et al., 2023)	Produksi timah batangan (<i>ingot</i>) <i>brand</i> bangka (BA)	Persentase cacat tertinggi produksi timah Batangan adalah sebesar 2,01 % melebihi standar minimal perusahaan yaitu 0.25%.
9	(Masruroh & Purnomo, 2023)	Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Tumbuhan Akuatik	kadar Cu air 0,272±0,023 ppm – 0,311±0,019 ppm, kangkung air (<i>Ipomoea aquatica</i>) 0,315±0,020 ppm – 0,333±0,030 ppm, eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) 0,229±0,015 ppm – 0,258±0,013 ppm, dan genjer (<i>Limnocharis flava</i>) 0,232±0,023ppm– 0,253±0,008 ppm

No	Penulis, Tahun	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
10	(Karuna et al., 2023)	<i>Defect</i> dan <i>Waste</i> pada Proses produksi kawat tembaga	<i>defect waste</i> sebesar 27,98%, <i>waiting waste</i> sebesar 22,91% dan <i>overprocessing waste</i> sebesar 17,87%.
11	(Apriantoni et al., 2023)	Proses <i>elektroplating</i> alumunium	perbedaan variasi waktu dan suhu terhadap kekerasan aluminium 7075-T6 berpengaruh terhadap nilai kekerasan yang signifikan
12	(Siregar et al., 2022)	Timah hitam dan timah murni	dengan nilai laju korosi sebesar 0,00002%, 0,00004%, dan 0,00007%, laju korosi terendah terdapat pada spesimen Pb & Sn A dengan nilai laju korosi 0,00001 %, 0,00002%, 0,00004%
13	(Harianto and Djoko Harijanto 2022)	Produksi dandang alumunium	tingkat kerusakan dandang adalah 23,55% dari total produksi 4.561 pada tahun 2020.
14	(Chandra et al., 2022)	Produksi PCB (<i>Printed Circuit Board</i>) ramah lingkungan menggunakan mesin <i>CNC Plotter</i>	Resistansi yang dihasilkan PCB ramah lingkungan cukup tinggi 171,4 ohm per 5cm
15	(Yuswandi, Anindya, and Dwicahyani 2021)	<i>Hollow</i> Alumunium	terdapat tiga jenis cacat produk yaitu clamp terlepas, material terkikis dan beberapa bagian bergelombang
16	(Yansuri et al., 2021)	Evaluasi jenis kabel dari tembaga ke alumunium	nilai <i>drop voltage</i> nya 1,11% untuk kabel tembaga, 0,83% untuk kabel Alumunium
17	(Widyantoro, 2021)	Profil Aluminium <i>Bangladesh Window</i>	kegagalan tertinggi dengan nilai 120 oleh keadaan permukaan <i>dies draw</i> yang kurang merata pada bagian dalam mengakibatkan hasil profil alumunium berbentuk cekung.
18	(Meidiarti, 2020)	Batang Alumunium Ec	<i>Machine</i> memiliki <i>Risk Priority Number</i> (RPN) terbesar dengan nilai sebesar 36.
19	(Maryani et al., 2020)	Pembuatan velg alumunium	Penurunan cacat dari 12% menjadi di bawah 8% sehingga dan penghematan biaya Rp 417.550.000 per bulan, nilai sigma dari 2,9 menjadi 4
20	(Mahadi S.T., M.T & Rayhan Novri, 2020)	Serbuk alumunium, seng dan magnesium	Pembuatan komposit matriks logam alumunium menggunakan campuran belum efektif

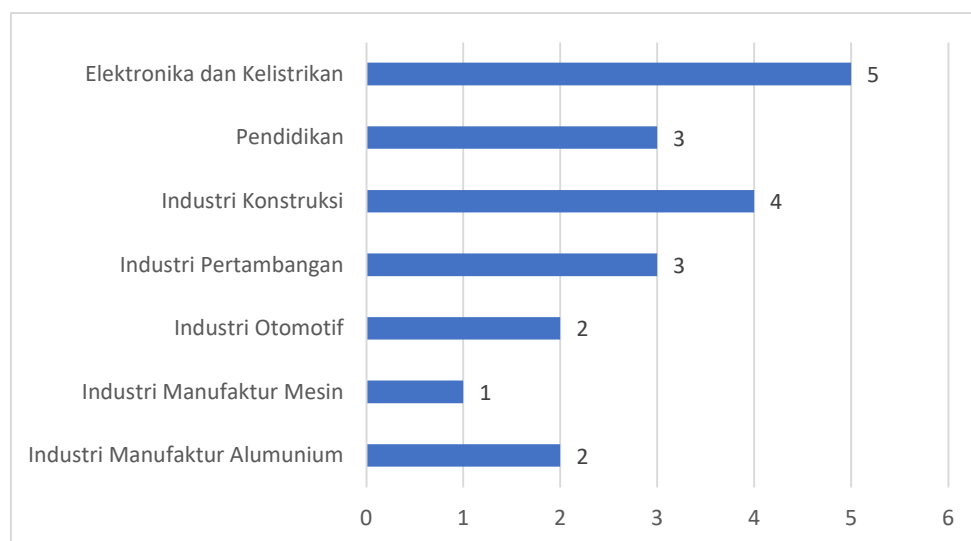
3.2 Identifikasi Jurnal

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai identifikasi jurnal berdasarkan fokus tahun penerbitan, jenis industri, dan penelitian yang menjadi objek penelitian. Sektor elektronika dan kelistrikan membutuhkan paling banyak perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi sehingga keberlangsungan perusahaan dapat terjaga dan kepuasan pelanggan dapat dipertahankan.



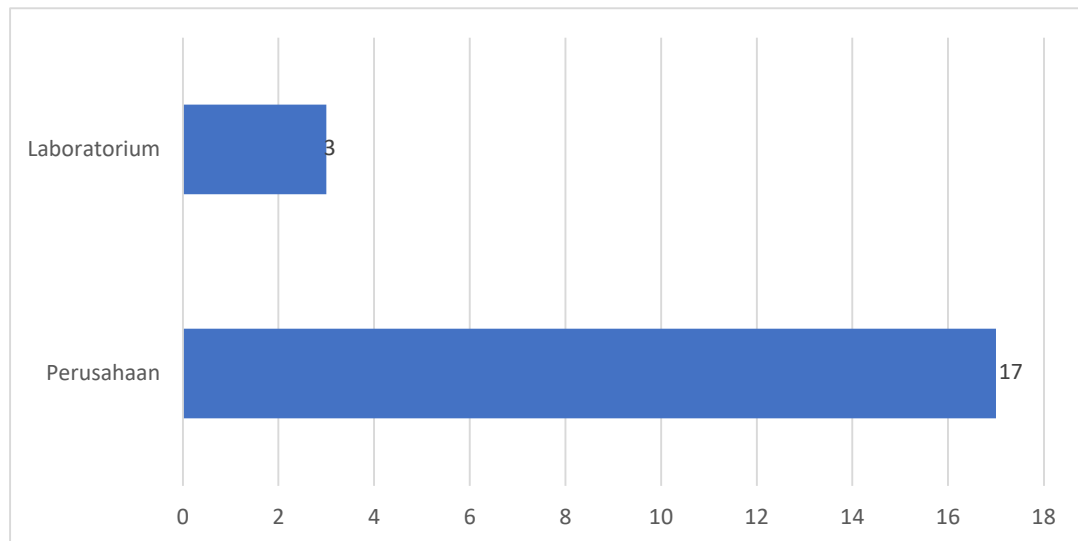
Gambar 2. Fokus Tahun Penerbit Jurnal

Tahun penerbitan jurnal dapat dilihat pada Gambar 2. Fokus tahun penerbitan jurnal menunjukkan distribusi artikel yang digunakan dalam penelitian berdasarkan tahun. Sebagian besar artikel berasal dari tahun 2023, dengan total 9 artikel. Hal ini menunjukkan bahwa topik ini memiliki relevansi yang tinggi dalam beberapa tahun terakhir.



Gambar 3. Fokus Jenis Industri

Untuk analisis data berdasarkan jenis industri, dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, sebagian besar jurnal yang diambil berkaitan dengan industri manufaktur, khususnya sektor otomotif, konstruksi, elektronik, dan pertambangan. Analisis jenis industri menunjukkan bahwa sektor elektronik dan kelistrikan mendominasi penelitian dengan 5 artikel. Data ini menunjukkan pentingnya sektor ini dalam menerapkan metode peningkatan kualitas dan efisiensi.



Gambar 4. Fokus Lokasi Penelitian

Pada Gambar 4. fokus lokasi penelitian memperlihatkan bahwa mayoritas penelitian dilakukan di industri (17 jurnal), sementara 3 jurnal berasal dari laboratorium universitas. Ini menunjukkan bahwa implementasi nyata di lapangan mendominasi kajian ini.

3.3 Analisis Kekuatan

Dalam kajian literatur ini, penulis mengidentifikasi kekuatan dari setiap jurnal yang telah dianalisis. Kekuatan tersebut dilihat dari tiga sudut pandang, yaitu penulisan jurnal, industri, dan *sains*. Jurnal-jurnal tersebut dijelaskan dengan jelas dan terperinci, mulai dari abstrak, pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi, hasil dan pembahasan, hingga kesimpulan. Manfaat bagi pelaku bisnis adalah penerapan metode dan sistem untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses produksi.

3.4 Analisi Kelemahan

Selain keuntungan dari studi pustaka, penulis juga menemukan beberapa kelemahan berdasarkan penulisan jurnal, industri, dan *sains*. Format penulisan jurnal yang kurang terstruktur menyebabkan penulis kesulitan dalam mengidentifikasi literatur. Penerapan sistem dan metode untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi produk cacat dan *waste* memerlukan waktu yang lama, membutuhkan beberapa tahapan yang sistematis untuk memperoleh hasil yang optimal dan pemantauan secara berkala dalam pelaksanaannya. Selain itu, keberadaan banyaknya mesin dan alat yang baru memberikan manfaat untuk peneliti saat pelaksanaan penelitian dan membantu menyelesaikan masalah yang sedang dibahas dalam penelitian.

3.5 Kesenjangan Kajian Pustaka pada Peningkatan Kualitas dan Efisiensi



Pada bagian ini, akan dibahas kesenjangan antara kajian pustaka berdasarkan objek penelitian. Kesenjangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, sebagian besar artikel membahas perihal peningkatan kualitas dan efisiensi menggunakan metode, yang berarti banyak perusahaan yang menerapkan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produksi dan mengurangi produk cacat dengan menggunakan data untuk mengelompokkan masalah yang sering terjadi kemudian mencari metode atau cara terbaik untuk mengurangi atau menghilangkan masalah tersebut. Faktor mesin yang berjumlah 1 artikel yang berarti peningkatan kualitas dan efisiensi dilakukan dengan menganalisis dan melakukan *improvement* mesin yang digunakan saat proses produksi.

Faktor material yang 5 berjumlah artikel yang berarti peningkatan kualitas dan efisiensi dilakukan dengan menggunakan material yang berkualitas dan melakukan pengujian pencampuran material untuk mendapatkan kualitas material yang terbaik. Proses kerja yang tidak benar akan menimbulkan berbagai masalah sehingga produk yang dibuat tidak sesuai dengan standar kualitas yang sudah ditetapkan. Semakin banyak produk yang tidak sesuai dengan standar kualitas maka akan semakin besar pula biaya produksi yang akan mengancam keberlangsungan perusahaan. Perbaikan yang terus menerus akan menciptakan efisiensi sehingga perusahaan akan terus bisa bersaing dengan kompetitor.

Tabel 2. Kategori perubahan peningkatan kualitas dan efisiensi

No	Faktor perubahan peningkatan kualitas dan efisiensi	Artikel	Jumlah
1	Mesin	[1],	1
2	Metode	(Wardani et al., 2024), [3], [4], [5], [6], (Nugrowibowo, 2023), (Mayusda, et al., 2023), [9], [10], (Harianto and Djoko Harijanto 2022), (Yuswandi, Anindya, and Dwicahyani 2021), [13], [14], [15]	14
3	Material	[16], [17], [18], [19], [20]	5
Jumlah			20

Hasil ini menyoroti bahwa metode merupakan faktor dominan yang digunakan untuk perbaikan dengan 14 artikel, diikuti oleh material (5 artikel), dan mesin (1 artikel). Penelitian lain juga menganalisa penggunaan material non logam dalam berbagai industri manufaktur [21], [22].

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan sistematis, analisis dan pengolahan data, dapat diambil kesimpulan bahwa berbagai teknik dan metode telah diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan logam non-ferro, baik dari segi proses produksi maupun pengelolaan sumber daya material. Pemilihan bahan yang tepat dan teknologi proses yang efisien dapat mengurangi pemborosan material, meningkatkan kualitas produk akhir, serta mengoptimalkan biaya produksi. Teknologi baru seperti otomatisasi dan teknik daur ulang memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan dan mengurangi dampak lingkungan. Penggunaan material logam non-ferro yang lebih tepat dan terstandarisasi perlu terus dikembangkan untuk memastikan kualitas yang lebih baik dan mengurangi pemborosan. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan untuk



mengeksplorasi metode baru dalam pengolahan material logam non-ferro yang dapat meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Smith, W. F., & Hashemi, J. (2019). *Foundations of Materials Science and Engineering*. McGraw-Hill.
- [2] Jones, M., & Kaplan, R. (2020). *Non-Ferrous Metals: Characteristics and Applications*. CRC Press.
- [3] Patel, T., Singh, R., & Verma, K. (2021). "Efficiency Improvement Techniques in Non-Ferrous Metal Production". *Journal of Industrial Engineering*, 55(2), 145-162.
- [4] Davis, L., & Park, S. (2022). *Quality Control and Automation in Metal Manufacturing*. Springer.
- [1] D. Chandra, D. Nataliana, and A. Sabat, "Perancangan Dan Implementasi Printed Circuit Board (Pcb) Ramah Lingkungan," vol. 11, no. 1, pp. 31–35, 2022.
- [2] R. K. Wardani *et al.*, "Jurnal Mahasiswa Teknik Industri Analisis Pengendalian Kualitas Produk Lemari Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada Ikm Ihsan Alumunium Di Padaherang (FMEA) pada IKM Ihsan Alumunium di," vol. 02, no. 01, pp. 35–45.
- [3] M. Ulfah, D. L. Trenggonowati, R. Ekawati, F. Arina, A. Sonda, and A. Wulandari, "Penerapan Metode Six Sigma dalam Pengendalian Kualitas Produk Kabel Low Voltage Konduktor Tembaga pada PT JCC Tbk," *J. Syst. Eng. Manag.*, vol. 2, no. 1, p. 82, 2023, doi: 10.36055/joseam.v2i1.19398.
- [4] A. Saragih, W. B. S. Harahap, and D. F. Gultom, "Analisis Peningkatan Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk Kabel NYA di PT XYZ Menggunakan Metode Six Sigma," *J. Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 23, no. 20, pp. 6–1, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1775.
- [5] Rusmalah and I. Mashabai, "JITSA Jurnal Industri&Teknologi Samawa Volume 4 (2) Agustus 2023 Halaman 61-70 Penerapan Pengendalian Kualitas Pada Produk Jendela Alumunium Dengan Metode Six Sigma," *J. Ind. Teknol. Samawa*, vol. 4, no. 2, pp. 61–70, 2023.
- [6] P. Priyono and M. R. Radyanto, "Peningkatan Kualitas Perakitan Wire Harness Type Xyz Menggunakan Metode Statistic Quality Control," *J. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 6, no. 2, pp. 177–187, 2023, doi: 10.31602/jieom.v6i2.12121.
- [7] I. S. N. M. Nugrowibowo, "Pengendalian Kualitas Produk Aluminium Alloy Wheel Dengan Metode Seven Tools dan PDCA," *J. Informasi, Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 104–119, 2023, doi: 10.55606/isaintek.v6i1.86.
- [8] I. Mayusda, "Quality Improvement of Tin Ingot Product Using Six Sigma Method at PT Timah Tbk," *Opsi*, vol. 16, no. 1, p. 121, 2023, doi: 10.31315/opsi.v16i1.7434.
- [9] R. Karuna, H. J. Kristina, and I. W. Sukania, "Peningkatan Kualitas Dan Minimasi Waste Pada Produksi Kawat Tembaga Dengan Metode Lean Six Sigma," *J. Mitra Tek. Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 241–253, 2023, doi: 10.24912/jmti.v2i3.28418.
- [10] H. Apriantoni, G. Marausna, and F. Setiawan, "Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Kekuatan Mekanika Pada Alumunium 7075-T6 Dengan Metode Elektroplating," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 28–35, 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i1.779.
- [11] T. Harianto and S. Djoko Harijanto, "Pengendalian Kualitas untuk Meminimalkan Tingkat Cacat Produk Dandang Alumunium 3KG di UD. XYZ," *Pros. Senakama*, vol. 1, no.



- September, 2022.
- [12] D. Yuswandi, D. Anindya, and R. Dwicahyani, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Hollow Aluminium Menggunakan Metode Six Sigma dengan Tahapan DMAIC (Studi Kasus di PT. XYZ Surabaya)," *Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan I (SENASTITAN I)*, pp. 421–429, 2021.
 - [13] M. Widyantoro, "Analisis Penyebab Cacat Cekung Profil Aluminium Bangladesh Window Dengan Metode FMEA," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.35308/jmkn.v7i1.3555.
 - [14] D. Meidiarti, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Batang Aluminium Ec Grade Menggunakan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 18–24, 2020, doi: 10.24912/jitiuntar.v8i1.6341.
 - [15] E. Maryani, H. H. Purba, and S. Sunadi, "Process Capability Improvement Through DMAIC Method for Aluminium Alloy Wheels Casting," *J. Ind. Eng. Manag. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 19–26, 2020, doi: 10.7777/jiemar.v1i2.
 - [16] N. Setyo and N. Hayati, "Pengendalian cacat tuang produk cor aluminium ADC 12 gravity-die-casting: Studi kasus di PT Sinar Mulia Teknalum," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 19, no. 1, pp. 10–20, 2024, doi: 10.36289/jtmi.v19i1.607.
 - [17] S. Masruroh and T. Purnomo, "Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Tumbuhan Akuatik sebagai Indikator Pencemaran di Sungai Brantas Mojokerto," *LenteraBio Berk. Ilm. Biol.*, vol. 13, no. 1, pp. 131–140, 2023, doi: 10.26740/lenterabio.v13n1.p131-140.
 - [18] A. Siregar, A. Ramadhan, and M. Mawardi, "Pengaruh pengecoran timah hitam dengan timah murni terhadap laju korosi," *J. Vor.*, vol. 3, no. 1, pp. 161–165, 2022, doi: 10.54123/vorteks.v3i1.151.
 - [19] D. S. Yansuri, S. Subianto, and M. A. Akbar, "Evaluasi Jenis Kabel Dari Tembaga Ke Aluminium Untuk Distribusi Power Supply 20 Kv Coal Conveyor," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 9–17, 2021, doi: 10.36546/jte.v11i2.488.
 - [20] Mahadi S.T., M.T and Rayhan Novri, "Pengaruh Variasi Pengadukan Serbuk Aluminium (Al), Magnesium (Mg), Dan Seng (Zn) Terhadap Sifat Mekanik Logam Dengan Metode Metalurgi Serbuk," *Dinamis*, vol. 8, no. 1, p. 9, 2020, doi: 10.32734/dinamis.v8i1.7236.
 - [21] A. Fauzi, R. Galang, H. Kurnia, D. Egga, and M. Usman, "Penggunaan Non-Metallic Material di Berbagai Industri Manufaktur Indonesia Secara Tinjauan Literatur Sistematis," *J. Kalibr.*, vol. 6, no. 1, pp. 13–21, 2023, doi: 10.37721/kalibrasi.v6i1.1123 1.
 - [22] C. R. S. Islami, H. Kurnia, D. Mawabagja, D. Dananjaya, and R. R. Subarkah, "Aplikasi Material Teknik Jenis Non Logam Diberbagai Industri Manufaktur Indonesia Secara Sistematis: Kajian Literatur," *Pros. SAINTEK Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Pelita Bangsa*, vol. 2, no. 1, pp. 343–351, 2023.