

PENGGUNAAN MATERIAL LOGAM DI BERBAGAI INDUSTRI MANUFAKTUR INDONESIA: SISTEMATIK KAJIAN LITERATUR

Sudarmono¹, Hibarkah Kurnia², Alvia Dwi Wahyuni³, Nurmala Adistyani⁴, Asep Arwan Sulaeman⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang No 09, Cibatu, Kabupaten Bekasi

⁵Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang No. 09, Cibatu, Kabupaten Bekasi
Email: 05sudarmono@gmail.com

ABSTRACT

Material processing techniques in the manufacturing industry in Indonesia are more dominant in using metal applications as the main raw material in product design in the form of machines. The use of metal materials needs to be studied because before they are used in the industry, their designation must be known first so that these materials can be optimized in their use. The process of processing metal materials must pay attention to their type and properties in advance, especially in the process of forming and behavior during use. So that in its application it can be following the specifications of raw materials in a product that is produced. This study aims to find out and identify how important the role of metal materials is in their application in the world of the Indonesian manufacturing industry. This research method uses a systematic literature review method by collecting 20 articles related to the use of metal materials in various manufacturing industries from several national journals on the Google Scholar database. This research found several dominant articles published in 2020 and focused on the alloy casting industry. The results obtained from the collected data are that the use of metal materials plays an important role in the manufacturing industry in Indonesia. Metal materials are still very much needed as one of the main raw materials in the manufacturing industry because these materials have unique properties that non-metallic materials do not have.

Keywords: Metal Materials; Manufacturing Industry; Systematic Study; Metal Alloy

ABSTRAK

Pengolahan material teknik di Industri manufaktur di Indonesia lebih dominan menggunakan aplikasi logam sebagai bahan baku utama dalam perancangan produk berupa mesin. Penggunaan material logam perlu dikaji dikarenakan sebelum dipalikasiikan dalam industri harus diketahui dulu peruntukannya, agar material tersebut dapat dioptimalkan dalam penggunaannya. Proses pengolahan bahan logam harus memperhatikan jenis dan sifatnya terlebih dahulu terutama pada proses pembentukan dan perilaku selama penggunaannya. Agar dalam aplikasinya dapat sesuai dengan spesifikasi bahan baku pada suatu produk yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi seberapa penting peranan material logam dalam aplikasinya di dunia industri manufaktur Indonesia. Metode penelitian ini menggunakan metode sistematik kajian literatur dengan mengumpulkan 20 artikel terkait penggunaan material logam pada berbagai industri manufaktur dari beberapa jurnal nasional pada database google scholar. Penelitian ini menemukan beberapa artikel dominan terbit pada tahun 2020 dan fokus pada industri pengecoran paduan logam. Hasil yang diperoleh dari data yang telah terkumpul adalah bahwa penggunaan material logam memegang peranan penting dalam industri manufaktur di Indonesia. Bahan logam masih sangat dibutuhkan sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri manufaktur karena bahan tersebut memiliki sifat unik yang tidak dimiliki oleh bahan non logam.

Kata Kunci: Material Logam; Industri Manufaktur; Sistematik Kajian; Paduan Logam

PENDAHULUAN

Saat ini material logam banyak dipergunakan diberbagai industri manufaktur sebagai bahan utama suatu produk (Putri Dewanti, 2015). Berbagai metode yang digunakan dalam penggunaan material teknik khususnya logam yaitu dengan cara pengelasan untuk menyambung dua buah logam tanpa mengurangi kekuatan material tersebut (Cahyo *et al.*, 2019). Penggunaan material logam perlu dikaji dikarenakan sebelum dipalikasikan dalam industri harus diketahui dulu peruntukannya, agar material tersebut dapat dioptimalkan dalam penggunaannya (Fratandha *et al.*, 2016).

Menurut penelitian (Putri Dewanti, 2015) bahwa material yang paling mendominasi pemakaiannya di berbagai industri bila dibandingkan dengan material teknik lainnya adalah material logam. Material logam biasanya diaplikasikan sebagai material dasar yang dijumpai dalam bentuk aluminium murni maupun aluminium paduan (Setiawan *et al.*, 2016). Penggolongan bahan logam dapat dikelompokkan menjadi logam *ferro* dan *non-ferro* (Nengsih, 2021). Logam yang mengandung unsur besi disebut logam *ferro*, sementara logam yang tidak mengandung besi adalah logam *non-ferro* (Nengsih, 2021). Karakteristik bahan logam harus memperhatikan jenis dan sifatnya terutama pada proses pembentukan dan perilaku selama penggunaannya. Adapun karakteristik bahan logam adalah mudah dalam proses pengelasan, mampu dikerjakan dengan mesin, stabilitas listrik, dan tahan terhadap korosi (Najamudin *et al.*, 2020).

Material logam dapat dipadukan dengan material logam yang lainnya agar mendapatkan sifat khusus yang diinginkan pelanggan (Mulyanti, 2011). Paduan logam yang terdiri dari logam-logam sangat berguna dalam aplikasi pemisahan gas hidrogen pada temperatur yang tinggi (Prapta, 2020). Produk dari bahan logam aluminium dapat dibuat dengan melakukan rekayasa material dengan melakukan campuran paduan seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya (Shomad & Jordianshah, 2020).

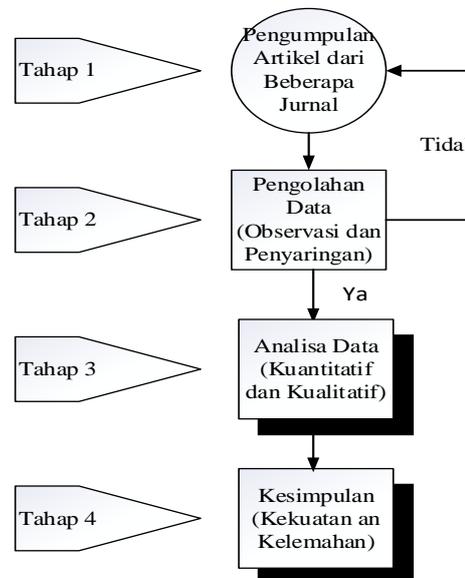
Penelitian ini mempunyai pendekatan yang baru bila dibandingkan dengan penelitian lain, yaitu dengan peninjauan sistematis terhadap beberapa artikel. Analisa kajian yang diambil berdasarkan penggunaan material logam pada industri manufaktur yang mengarah kepada keefektifan dalam pemilihan material logam sebagai bahan baku industri manufaktur. Kajian literatur dapat digunakan untuk melakukan kegiatan penelitian dengan cara mengkaji beberapa artikel yang sudah dikelompokkan menjadi suatu analisa sebagai referensi peneliti lain (Cahyono *et al.*, 2019). Kajian literatur merupakan proses pengelompokan artikel yang berfokus pada identifikasi tahun, jenis industri dan kumpulan hasil dari tema yang sama (Sofani *et al.*, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi seberapa penting peran logam pada industri manufaktur di Indonesia, sehingga pada pemilihan material paduan logam dapat sesuai dengan produk yang diinginkan oleh pelanggan.

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan Langkah-langkah metodologi penelitian yang menggunakan metode kajian literatur dan termasuk jenis pengumpulan data sekunder. Metode kajian literatur secara sistematis sangatlah penting untuk dilakukan karena ada beberapa langkah harus dilaksanakan agar implementasinya terarah dan terkonsep. Sehingga harapannya banyak artikel yang terkumpul dan dapat dijadikan referensi oleh peneliti lain dalam mengembangkan penelitiannya dibidang material logam di industri manufaktur. Beberapa artikel dari jurnal nasional dapat dicari pada media sosial/internet dengan kata kunci industri manufaktur material logam pada *database google scholar*. Adapun tahapan penelitiannya dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 bahwa tahap pertama penulis melakukan pengumpulan artikel dari beberapa jurnal nasional dengan pendekatan studi literatur yaitu dengan mengumpulkan artikel dari berbagai jurna nasional ataupun internasional yang berkaitan dengan tema penelitian. Pada tahap kedua, penulis melakukan pengolahan, pengamatan dan penyaringan yang relevan dari referensi yang didapa. Kemudian melakukan analisa setiap artikel sangat diperlukan untuk mengurangi kesalahan dalam mengelompokkan artikel sesuai dengan tema dan tujuan penelitian (Kurnia, 2021). Jika terdapat artikel yang tidak ada hubungannya dengan topik, maka tidak akan dilanjutkan. Tahap ketiga,

melakukan Analisa data berdasarkan jurnal yang terkait dengan topik pembahasan berdasarkan penulis, tahun terbit, jenis industri serta hasil penelitian pada jurnal terkait dalam bentuk tabel agar pembaca mudah untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai penelitian ini dari jurnal referensi terkait. Tahap keempat menyimpulkannya berdasarkan analisa kekuatan dan kelemahan dari jurnal-jurnal yang sudah dikumpulkan.



Gambar 1 Tahapan Kajian Literatur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas terkait hasil dan pembahasan dari langkah-langkah penelitian yang sudah dibuatkan sebelumnya. Pengelompokan artikel yang sudah dikumpulkan sebanyak 21 artikel dalam Tabel 1 berisi nama penulis, tahun terbit artikel, judul penelitian serta hasil penelitian. Adapun sistematik kajian literatur dapat dilihat pada Tabel 1.

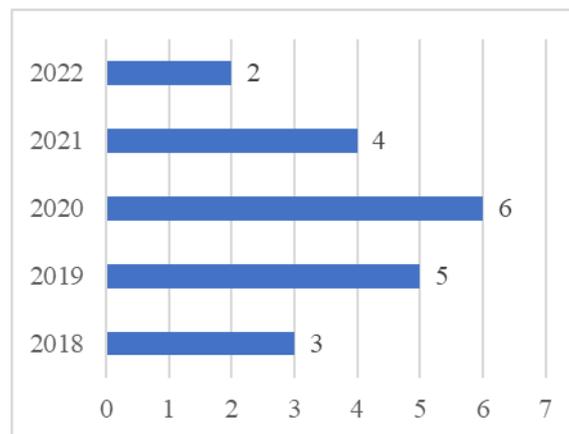
Tabel 1 Data Sistematik Kajian Literatur

No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Amalia & Rahmatillah, 2022)	Metode pengelasan baja S355 J2 sebelum mengalami <i>deformasi</i>	Metode pengelasan dengan penggunaan jenis elektroda, dan pembuatan desain <i>joint</i>
2	(Hafid <i>et al.</i> , 2022)	Analisis perbandingan kekuatan tarik baja ST. 37 dengan proses pengelasan SWAM, GMAW dan GTAW	Beban tarik maksimum SMAW 53.671 N rata, GMAW sebesar 51.308 N, GTAW sebesar 52.952 N
3	(Pane & Sudyanto, 2021)	Proses pengecoran logam (<i>casting</i>) dengan teknik pembuatan produk cor	Pemadatan pasir, penambahan <i>water glass</i> untuk mencetak komposisi campuran pasir yang optimal
4	(Triadi & Ambo, 2021)	Aplikasi perhitungan komposisi material pengecoran logam dengan berbasis android	Mempermudah pegawai dalam melakukan perhitungan komposisi material pengecoran logam dilakukan secara otomatis, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan

No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
5	(Nengsih, 2021)	Mengamati pengaruh larutan asam dalam menyebabkan pengikisan pada berbagai jenis logam	Larutan asam dapat mengikis permukaan logam, apabila massa jenis logam besar maka laju pengikisannya rendah dan sebaliknya
6	(Afifuddin & Ilman, 2021)	Analisis mikrostruktur dan sifat mekanis sambungan las tak sejenis aluminium paduan	Logam tak sejenis AA5083-H112/AA6061-T6 mengalami korosi lebih cepat dari pengelasan sejenis
7	(Prayitno & Apriandini, 2020)	AA5083-H112/AA6061-T6 Pengaruh waktu tahan pada proses <i>artificial aging</i> terhadap mikrostruktur paduan Al-Sn-Cu	Peningkatan waktu penuaan memperbesar fasa α tetapi memperkecil ukuran fasa Sn
8	(Prapta, 2020)	Pengembangan membran paduan logam <i>nonpalladium</i> dalam proses industri suhu tinggi	Membran paduan komposit Pd-Cu tidak rentan terhadap mekanik, getas, dan keracunan yaitu masalah yang sering meluas pada penggunaan industri Pd untuk pemisahan H ₂ suhu tinggi
9	(Najamudin <i>et al.</i> , 2020)	Mekanisme logam (<i>vernikel-chrome</i>) yang di pengaruhi pada waktu pelapisan	Mutu kekerasan <i>brinell</i> (HB) dipengaruhi oleh waktu pelapisan
10	(Nursani <i>et al.</i> , 2020)	Analisis numerik sambungan las struktur baja dengan menerapkan variasi <i>layout</i> las	Layout sambungan las tipe 2 dan tipe 3 merupakan layout sambungan yang memiliki stabilitas lebih baik dari pada <i>layout</i> las tipe 1
11	(Shomad & Jordianshah, 2020)	Analisis tegangan tarik dan modulus elastisitas bahan Al-Si dari bahan piston diesel bekas terhadap ketangguhan material	Optimasi penambahan unsur Mg sebesar 3% dapat menghasilkan sifat paduan Al-Si yang lebih baik
12	(Sudiyanto & Shiddiq, 2020)	Analisis cacat pada produk hasil coran logam <i>pulley</i> B3x6"	Kesalahan dalam prose pengerjaan dapat mengakibatkan cacat pada produk
13	(Cahyo <i>et al.</i> , 2019)	Pengelasan SMAW kampuh menggunakan metode <i>champering</i>	Struktur makro jenis kampuh V <i>groove</i> tidak ditemukan cacat las dan pada uji kekerasan didapatkan nilai uji yang tinggi dibanding dua jenis kampuh lainnya
14	(Slamet & Harmoko, 2019)	Merancang cetakan logam untuk memproduksi bilah gamela	Pengujian cetakan menggunakan mesin <i>high pressure die casting</i> dengan tekanan 150 kg/cm ² , temperatur ruang 1100 ^o C
15	(Abdillah & Ulikaryani, 2019)	Pembuatan pola cor dengan 3D <i>printer</i> dengan sistem <i>fused deposit material</i>	Aplikasi 3D <i>printer</i> dengan <i>system FDM</i> untuk meningkatkan kualitas pengecoran logam
16	(Rinaldi <i>et al.</i> , 2019)	Studi Kekuatan tarik pada sambungan pipa ASTM A 106 grade B dengan metode pengelasan SMAW	Nilai rata rata kekuatantarik (kgf/mm ²) senilai 8,25% pada sambungan pipa
17	(Nasir <i>et al.</i> , 2019)	Analisis logam berat timbal (Pb) dan arsenik (As) dalam tanah dengan menggunakan teknik spektrometri serapan atom	Tanah pada kebun percobaan 2 dan 3 juga tidak terdeteksi adanya logam berat arsen
18	(Istiqlaliyah & Saefuloh, 2018)	Pencarian suhu yang optimal pada proses karburasi dan media yang tepat pada proses <i>quenching</i>	Dengan menggunakan metode Anova dan diuji hipotesis, maka faktor berjalan simultan dan mempengaruhi kekerasan logam

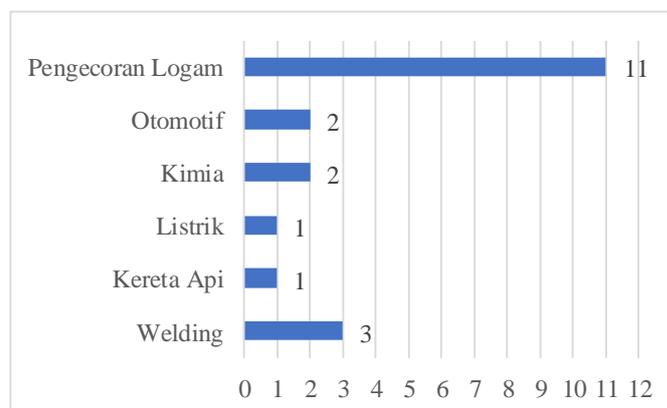
No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
19	(Awali <i>et al.</i> , 2018)	Daur ulang logam pengecoran dengan menggunakan metode <i>sand casting</i>	Daur ulang aluminium umumnya menggunakan limbah kaleng aluminium
20	(Solihin <i>et al.</i> , 2018)	Pengaruh waktu kontak terhadap kualitas sambungan las gesek (<i>Friction Welding</i>) jenis Magnesium AZ-31	Waktu kontak gesek 3, 5 dan 10 menit secara berturut-turut adalah sebesar 69,6; 64,6; dan 60,6 HRE

Setelah mengolah data tersebut kami memecahnya kembali menjadi 2 bagian yaitu data tahun terbit artikel serta data fokus industri artikel ke dalam bentuk Gambar 2.



Gambar 2 Fokus Pada Tahun Terbit Artikel

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa publikasi artikel terbanyak ada di tahun 2020 dengan menerbitkan 6 artikel. Selanjutnya akan ditampilkan data jenis-jenis industri yang ada pada artikel yang sudah dikumpulkan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Fokus Pada Jenis Industri

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan Penggunaan material logam terbanyak ada pada industri pengecoran logam yang memperoleh angka 11 dari 20 artikel. Industri pengecoran logam merupakan proses manufaktur tertua dan ekonomis untuk produk massal. Teknologi pengecoran logam menggunakan proses peleburan sederhana dan segala bentuk energi dapat digunakan. Pengecoran logam juga dapat menggunakan berbagai cetakan seperti: cetakan pasir, cetakan plester, *investment*,

dan cetakan permanen (Setyarini et al., 2018). Sementara artikel yang terendah ada pada industri *recycle* (daur ulang) logam, industri kereta api serta industri listrik dengan masing-masing 1 artikel.

Analisis Kekuatan Artikel

Pada prinsipnya artikel yang penulis kumpulkan mempunyai kekuatan dalam penelitiannya dari segi *sains*, industri dan penulisan jurnal. Hal ini senada dengan penelitian lain yang berkaitan dengan *Systematic Literature Review* (SLR) (Makhmudah et al., 2021) (Islami et al., 2023). Beberapa Jurnal dijelaskan secara lengkap urutannya mulai dari awal sampai akhir (abstrak, pendahuluan, tinjauan Pustaka, metode penelitian, hasil dan kesimpulan). Pengumpulan data artikel dari beberapa jurnal menunjukkan adanya keuntungan bagi peneliti lain dalam pembuatan artikel sebagai referensi khususnya sektor industri pengecoran paduan logam dan *welding*.

Hasil Analisa berdasarkan Gambar 3 bahwa penelitian ini telah menghasilkan jurnal penggunaan material logam terbanyak dari sektor pengecoran paduan logam dan *welding*. Dampak bagi kedua sektor industri tersebut diharapkan dapat keuntungan bagi perusahaan manufaktur dalam penggunaan material logam. Keuntungan yang akan didapatkan oleh perusahaan tersebut diantaranya kualitas bahan logam yang menjadikan acuan kualitas terbaik serta harga yang dapat bersaing dengan harga material dari perusahaan luar. Keuntungan lain bagi pelaku bisnis adalah menerapkan seleksi penggunaan material logam sebelum melakukan produksi masal agar tingkat keberhasilan dalam penyambungan antar material bisa terlaksana sesuai harapan, meningkatkan produktifitas karyawan, meningkatkan sistem keamanan peralatan dan meningkatkan kenyamanan bagi pelanggan.

Analisa Kelemahan Artikel

Pada bagian ini penulis juga menemukan beberapa kelemahan selain dari kelebihan jurnal tersebut. Adapun kelemahan yang penulis temukan yaitu pada format penulisan jurnal, pengumpulan tahun artikel dan jenis industri yang berbeda dengan tema penelitian. Format penulisan jurnal tidak tertata rapih sehingga penulis mengalami kendala dalam mengidentifikasi kajian literatur. Pengumpulan data artikel dari beberapa jurnal masih ada tahun 2011, sehingga penulis menghapusnya dan menggantikannya dengan tahun terbaru.

Hasil Analisa penerapan material logam dalam penggunaannya membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pembuatannya. Setelah proses pembuatan juga perlu waktu untuk melakukan pengujian material logam sebelum dikirim ke pelanggan. Penggunaan material logam ini perlu pemantauan secara berkala dan tahapan yang sistematis untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Pemilihan dan pengelasan paduan logam mempunyai metode yang banyak sehingga peneliti harus bisa menyesuaikan dengan kebutuhannya.

Kesenjangan Kajian Pustaka Material Logam

Pada bagian ini akan dibahas kesenjangan antar kajian pustaka berdasarkan metode paduan logam yang sudah dihasilkan. Penggunaan material logam diberbagai jenisnya akan dibahas disesuaikan dengan artikel yang terkumpul pada pembahasan sebelumnya. Pengelompokan metode paduan logam berdasarkan metode pengelasan, pengujian, pengecoran dan percobaan. Adapun kesenjangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Analisis Kesenjangan Artikel

No	Metode Paduan Logam	Artikel Pendukung	Jumlah Artikel
1	Pengelasan	(Amalia & Rahmatillah, 2022)(Afifuddin & Ilman, 2021)(Nursani et al., 2020)(Cahyo et al., 2019)(Solihin et al., 2018)	5
2	Pengujian	(Hafid et al., 2022)(Shomad & Jordianshah, 2020)(Rinaldi et al., 2019)	3
3	Pengecoran	(Pane & Sudiyanto, 2021)(Triadi & Ambo, 2021)(Sudiyanto & Shiddiq, 2020)(Abdillah & Ulikaryani, 2019)(Awali et al., 2018)	5

No	Metode Paduan Logam	Artikel Pendukung	Jumlah Artikel
4	Percobaan	(Nengsih, 2021)(Prayitno & Apriandini, 2020)(Prapta, 2020)(Najamudin et al., 2020)(Slamet & Harmoko, 2019)(Nasir et al., 2019)(Istiqlalayah & Saefuloh, 2018)	7
		Jumlah	20

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa material logam banyak digunakan sebagai paduan logam dengan metode percobaan, artinya material logam sangat berpotensi banyak percobaan untuk menghasilkan material logam yang sangat baik sesuai dengan pesanan pelanggan.

KESIMPULAN

Hasil yang didapatkan dari data yang telah dikumpulkan pada penelitian ini yaitu bahwa penggunaan material logam memegang peranan penting pada industri manufaktur di Indonesia. Material logam masih sangat dibutuhkan sebagai salah satu bahan baku utama dalam Industri manufaktur karena material ini memiliki sifat yang khas yang tidak dimiliki oleh material non logam. Hal inilah yang menyebabkan logam masih terus digunakan sebagai komponen utama dari peralatan atau mesin yang digunakan dalam industri manufaktur. Selain itu, material logam juga diperlukan sebagai bahan baku pembuatan infrastruktur yang menunjang kebutuhan umat manusia. Potensi bahan baku yang melimpah juga menyebabkan material logam saat ini belum bisa tergantikan, terlebih ketika perannya sebagai bahan baku utama dalam pengembangan industri nasional.

Temuan penelitian ini fokus pada tahun terbit menemukan tahun 2020 yang dominan dalam penerbitan yaitu sebanyak 6 artikel. Berdasarkan focus enis industri yang diambil oleh beberapa penulis lebih banyak didominasi industri pengecoran paduan logam dan welding. Pada kedua industri tersebut akan banyak penggunaan material logam guna menunjang produk yang dihasilkan dengan material tersebut.

Batasan penelitian ini hanya meninjau penggunaan logam di industri manufaktur di Indonesia, tidak membahas material non logam. Sehingga beberapa artikel yang sudah dikumpulkan hanya berfokus pada material logam yang terbit dari 5 tahun terakhir dan berindeks *google scholar*. Untuk penelitian selanjutnya, penulis merekomendasikan terkait material teknik, perlu melihat lebih banyak berbagai sektor industri serta melihat faktor-faktor perkembangan industri manufaktur khususnya industri otomotif, seberapa besar penggunaan material logam sebagai material utama pada rangka kendaraan roda empat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, H., & Ulikaryani, U. (2019). Aplikasi 3D Printer Fused Deposite Material (FDM) pada Pembuatan Pola Cor. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), 110. <https://doi.org/10.24853/sintek.13.2.110-115>
- Afifuddin, E., & Ilman, D. M. N. (2021). Analisis Mikrostruktur dan Sifat Mekanis Sambungan Las Tak Sejenis Aluminium Paduan AA5083-H112/AA6061-T6. *Seminar Nasional – XX Rekayasa Dan Aplikasi Teknik Mesin Di Industri Kampus ITENAS, November*, 8–17.
- Amalia, Y., & Rahmatillah, S. (2022). Analisis Sambungan Las Baja S355 J2 Sebagai Penyusun Welding Procedure Specification di PT Industri Kereta Api. *JUSTER: Jurnal Sains Dan Terapan*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.55784/juster.v1i2.62>
- Awali, J., Ismail, I., Aryatama, O., Triana, Y., & Asih, W. (2018). Pelatihan Daur Ulang Logam (Alumunium) bagi Masyarakat Karang Joang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.22146/jpkm.30313>
- Cahyo, Y., Suwarsono, E., & Nugroho, N. Y. (2019). Sifat Fisik dan Mekanis Baja ASTM A36 Pengelasan SMAW Kampuh Menggunakan Metode Champering. *Seminar Nasional Kelautan XIV ”, Juli(2000)*, 61–68.
- Cahyono, E. A., Sutomo, & Harsono, A. (2019). Literatur Review: Panduan Penulisan dan Penyusunan. *Jurnal Keperawatan*, 4(1), 12–28.
- Fratandha, Z. M., Suherman, A., & Komaro, M. (2016). Penggunaan Multimedia Animasi Untuk

- Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Materi Penguatan Logam Pada Mata Kuliah Material Teknik. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 2(2), 312. <https://doi.org/10.17509/jmee.v2i2.1495>
- Hafid, H., Balfas, M., Habib, F., & Fitrah, M. A. (2022). Analisis perbandingan kekuatan tarik pada baja ST. 37 dengan proses pengelasan SWAM, GMAW dan GTAW. *J-Move. Jurnal Teknik Mesin FT-UMI*, 4(1), 8–13.
- Islami, C. R. S., Kurnia, H., Mawabagja, D., Dananjaya, D., & Subarkah, R. R. (2023). Aplikasi Material Teknik Jenis Non Logam Diberbagai Industri Manufaktur Indonesia Secara Sistematis: Kajian Literatur. *Prosiding SAINTEK: Sains Dan Teknologi. Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa*, 2(1), 343–351.
- Istiqbaliah, H., & Saefuloh, I. (2018). Analisa Kekerasan Logam Dengan Variasi Suhu Karburasi Dan Media Pendingin Pada Proses Quenching. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, IV(2), 79–82.
- Kurnia, H. (2021). A Systematic Literature Review of Performance Pyramids System Implementation in the Manufacture Industries. 2(2), 115–126. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v2i2.11150>
- Makhmudah, S., Pratama, R. A., Kurnia, H., Zakaria, N. F., & Nurdin, A. (2021). Perancangan Sistem Kerja di Berbagai Industri Manufaktur: Kajian Literature Review. *Jurnal Teknik Industri*, 2(1), 51–57. <https://doi.org/10.37366/JUTIN0302.8392>
- Mulyanti, J. (2011). Pengaruh Temperatur Proses Aging Terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al-Sic Hasil Stircasting. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 2(2), 95–104.
- Najamudin, N., Muhamad, Z., & Kunarto, K. (2020). Analisa Sifat Mekanis Pada Logam Dengan Metode Pelapisan Vernikel-Chrome yang Dipengaruhi Waktu Pelapisan. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, 21(1), 1–9. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Nasir, M., Sulastri, S., & Hilda, M. M. (2019). Analisis Kadar Logam Timbal Dan Arsenik Dalam Tanah Dengan Spektrometri Serapan Atom. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 2(2), 89–99. <https://doi.org/10.24815/jipi.v2i2.12350>
- Nengsih, S. (2021). Perbandingan Kedalaman Pengikisan Logam Dalam Larutan Feri Klorida. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 75. <https://doi.org/10.22373/crc.v5i1.8472>
- Nursani, R., Syarif, M., & Huseiny, A. (2020). Analisis Numerik Sambungan Las Struktur Baja Dengan Menerapkan Variasi Layout Las. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(1), 37–49. <https://doi.org/10.37058/aks.v2i1.2045>
- Pane, N. A. R., & Sudiyanto, A. (2021). Proses Pengecoran Dan Manufaktur Logam. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 1(2), 123–130. <https://doi.org/10.31315/jmept.v1i2.5045>
- Prapta, I. W. E. (2020). Membran Logam Paduan Non-Pd untuk Pemisahan Gas Hidrogen. *Jurnal Teknik Kimia ITB*, 06(June), 1–7.
- Prayitno, D., & Apriandini, F. A. (2020). Pengaruh Waktu Tahan Pada Proses Artificial Aging Terhadap Mikrostruktur paduan Al-Sn-Cu. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5(2), 23–30.
- Putri Dewanti, F. (2015). Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet. *Unej Jurnal*, 13(2), 1–16.
- Rinaldi, R., Usman, R., & Fathier, A. (2019). Studi eksperimental kekuatan tarik dan kekerasan pada sambungan pipa ASTM A 106 Grade B dengan pengelasan SMAW. *Welding Technology*, 1(2), 36–42.
- Setiawan, A., Nilasari, A. R., & Ari, D. (2016). Analisa Sifat Mekanik Komposit Al 2075 Reinforcement Dengan Electroless Abu Dasar Batu Bara. *Journal of Research and Technology*, 2(2), 2460–5972.
- Setyarini, P. H., Suprpto, W., & RP, D. K. (2018). Kekuatan Tarik dan Porositas Handle Rem Hasil Proses Pengecoran Ulang Material Daur Ulang Piston Dengan Variasi Temperatur Preheating Cetakan. *Prosiding Seminar Nasional Sain Dan Teknologi Unwahas*, 1(1), 52–58. <https://doi.org/10.36499/psnst.v1i1.2820>
- Shomad, M. A., & Jordianshah, A. A. (2020). Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium pada Paduan Aluminium dari Bahan Piston Bekas. *Jurnal Teknoin*, 26(1), 75–82. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol26.iss1.art8>
- Slamet, S., & Harmoko, S. (2019). Rancang Bangun Cetakan Logam Untuk Produk Bilah Gamelan

- Pada Mesin High Pressure Die Casting. *Jurnal Crankshaft*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v2i1.3173>
- Sofani, I., Wulandari Tanjung, Y., Kurnia, H., Ningrum, I. P., & Saputro, R. N. (2022). Tinjauan Sistematis Pada Perancangan Sistem Kerja Di Industri Manufaktur Indonesia. *Journal of Industrial and Engineering System*, 3(2), 85–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.31599/jies.v3i2.1695>
- Solihin, Sukmana, I., & Ummah, K. (2018). Pengaruh waktu kontak terhadap kualitas sambungan hasil las gesek (Friction Welding) Magnesium AZ-31. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 10(1), 4–7.
- Sudiyanto, A., & Shiddiq, N. A. (2020). Proses Pengecoran Logam Dan Analisa Cacat Pada Produk B3x6. *Jurnal Teknik Metalurgi*, 4(March), 763–773.
- Triadi, M. T., & Ambo, S. N. (2021). Aplikasi Perhitungan Komposisi Material Pengecoran Logam (Casting) Berbasis Android. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 12(1), 24–30. <https://doi.org/10.24853/justit.12.1>