

ARTICLE INFO :
Submitted: 30-10-2022
Revised: 31-12-2022
Accepted: 31-12-2022



Tinjauan Literatur Sistematis Penerapan DMAIC dan DMADV di Industri Manufaktur

Bintang Candra Pradana, Dita Ameliya Kusuma, Fattiya Hamada Sakti, Faturrahman Ahmadi, Febri Dwi Nur Aziz, Febryan Zidane Adhani, Ferdhika Ariansyah, Galih Ramadhan*, Indra Setiawan, Rohmat Setiawan

Departemen Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra
Jl. Gaharu Blok F3 No. 1 Cikarang Selatan, Bekasi, Jawa Barat 17532

*Corresponding author : rgalih256@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan perusahaan manufaktur terdiri dari beberapa kegiatan, salah satunya yaitu pengelolaan manajemen. Kerangka Manajemen Proses mencakup kegiatan untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengelola proses bisnis di perusahaan manufaktur. Beberapa perusahaan menggunakan beberapa metodologi terbaik untuk meningkatkan atau mengembangkan proses yang ada dan mengembangkan yang baru. Literatur ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) dan Define, Measure, Analyze, Design, Validate (DMADV) di Industri Manufaktur. Metode yang digunakan Sistematis Literatur Review. Hasil ini menunjukkan bahwa metode DMAIC dan DMADV merupakan salah satu metode yang mendorong lajunya pertumbuhan ekonomi industri, karena mengurangi variabilitas dalam proses dan meningkatkan kualitas produk serta mencegah terjadinya kesalahan. Namun, proses ini membutuhkan orang yang memiliki tenaga terlatih dan berpengalaman untuk memenuhi tuntutan pengurangan cacat produk. Metode ini menjadi pilihan industri yang ingin meningkatkan kualitas produk dan menghindari kesalahan, meskipun membutuhkan waktu yang cukup lama dalam implementasinya, tetapi hampir semua masalah dapat diselesaikan dan meningkatkan proses pada industri manufaktur.

Kata Kunci: DMAIC, DMADV, Badan Pusat Statistik, Industri Manufaktur

ABSTRACT

Manufacturing company activities consist of several activities, one of which is management. The Process Management Framework includes activities to develop, improve and manage business processes in manufacturing companies. Some companies use some of the best methodologies to improve or develop existing processes and develop new ones. This literature aims to analyze the application of the Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) and Define, Measure, Analyze, Design, Validate (DMADV) methods in the Manufacturing Industry. The method used is Systematic Literature Review. These results indicate that the DMAIC and DMADV methods are methods that drive the pace of industrial economic growth, because they reduce process variability and improve product quality and prevent errors from occurring. However, this process requires trained and experienced personnel to meet the demand for product defect reduction. This method is the choice of industries that want to improve product quality and avoid mistakes, even though it takes a long time to implement, but almost all problems can be solved and improve processes in the manufacturing industry.

Keywords: DMAIC, DMADV, Badan Pusat Statistik, Manufacturing Industry

1. Latar Belakang

Industri manufaktur berkembang pada setiap tahunnya menjadi salah satu proses dan faktor perusahaan tersebut dapat bertahan dan bersaing. Era globalisasi saat ini banyak mengalami peningkatan teknologi dan sistem yang berganti-ganti dengan cepat. Era manufaktur sudah berada pada revolusi 4.0, dimana era penerapan teknologi modern seperti teknologi fiber (*fiber technology*) dan sistem jaringan terintegrasi (*integrated network*) yang bekerja disetiap aktivitas ekonomi dari produksi hingga konsumsi.

Aktivitas perusahaan manufaktkur terdiri dari beberapa kegiatan seperti pengelolaan manajemen. Kerangka Manajemen Proses terdapat aktivitas yang terkait dengan pengembangan, peningkatan, dan pengendalian proses bisnis dalam perusahaan manufaktur. Sementara tujuan pengendalian suatu proses adalah untuk mendapatkan hasil yang dapat diprediksi yang berada dalam batas spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan, sebagian besar proses lebih dikelola untuk memenuhi persyaratan pelanggan daripada dikendalikan untuk memberikan hasil yang dapat diprediksi. Ketika kinerja suatu proses dikendalikan atau tidak cukup baik, dalam hal kepuasan pelanggan atau biaya proses internal, perlu untuk meningkatkan proses atau mengembangkan proses baru. Pengembangan proses sudah banyak digunakan oleh beberapa perusahaan. Beberapa perusahaan yang menggunakan beberapa metodologi yang telah terbukti baik untuk meningkatkan atau mengembangkan proses yang sudah ada maupun pengembangan proses baru. Salah satu metodologi yang terbukti efektif ialah Six Sigma (Ekoanindiyo, 2014). Beberapa dekade terakhir Six Sigma telah muncul sebagai metodologi perbaikan dan peningkatan proses produksi.

Six sigma adalah sebagai metode untuk meningkatkan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor penyebab *offgrade* dan kesalahan, untuk meningkatkan produktivitas, untuk memenuhi kebutuhan pelanggan secara efektif, dan untuk mendapatkan pengembalian investasi yang lebih baik dalam hal produksi dan layanan (Hargono, 2020a). Peningkatan kinerja dan penurunan variasi proses ini membantu mengarah pada peningkatan keuntungan, kinerja karyawan, dan kualitas produk atau layanan serta pengurangan cacat produk.

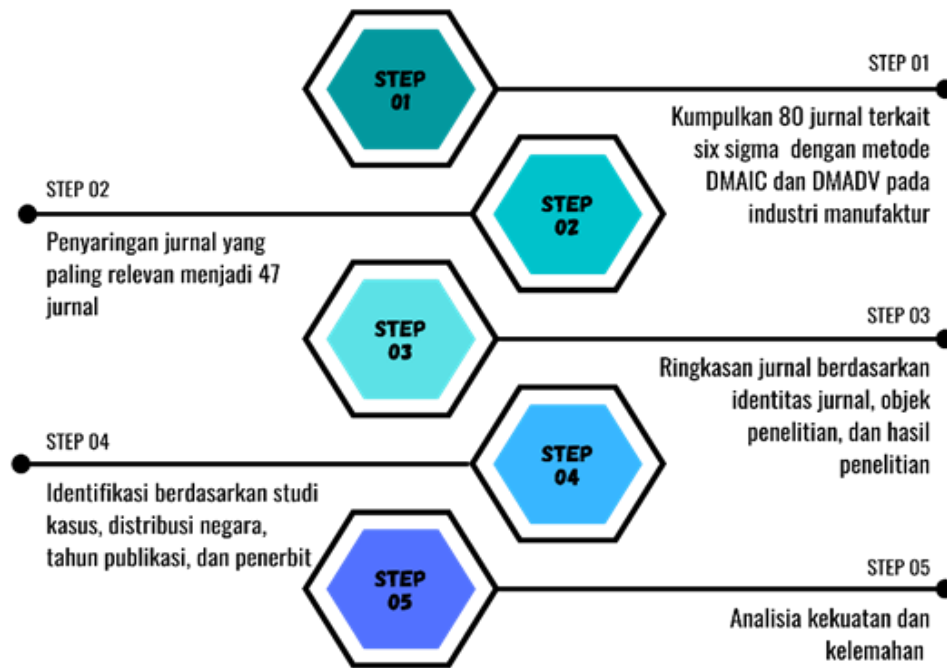
Terdapat dua metode utama dalam Six Sigma dalam mengembangkan masalah pada proses dua metode tersebut ialah Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) dan *Define, Measure, Analyze, Design, Validate* (DMADV). DMAIC adalah strategi kualitas berbasis data yang digunakan untuk meningkatkan proses (Wahyani et al., 2010). Ini merupakan bagian integral dari inisiatif Six Sigma, namun secara umum dapat diimplementasikan sebagai prosedur peningkatan kualitas yang berdiri sendiri atau sebagai bagian dari inisiatif peningkatan proses lainnya. DMADV ialah strategi perancangan proses baru dengan memanfaatkan perangkat – perangkat dan metode-metode terbaik di dalam perencanaan produk maupun proses (Ruwiyanto et al., 2021a), baik itu proses pengembangan produk, desain atau redesain proses pelayanan, atau proses bisnis internal. Tujuan dari penelitian kali ini untuk menganalisis dan mengkaji ulang metode DMAIC dan DMADV untuk meningkatkan kualitas di industri manufaktur.

2. Metode

Makalah ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam penerapan metode DMAIC dan DMADV pada industri manufaktur. Studi ini dilakukan dengan menggunakan database Google Scholar, Elsevier, IEEE Explorer dan ProQuest. Basis data dipilih karena menyediakan artikel yang berkualitas dan layanan akses terbuka. Berdasarkan tujuan dari penelitian ini kata kunci yang digunakan untuk mencari artikel adalah "Six Sigma", "DMAIC" dan "DMADV". Kata kunci ini dipilih berdasarkan topik dan tujuan penelitian ini. Pencarian artikel dibatasi dari tahun 2017 hingga tahun 2022 sehingga didapatkan artikel yang masih baru dalam penelitian. Penelusuran artikel dilakukan secara menyeluruh dan dikumpulkan serta dipilah ke dalam kategori terkait penerapan metode DMAIC dan DMADV.

Makalah ini memiliki tahapan sistematis dan terarah dalam penyusunannya. Langkah pertama adalah pencarian jurnal. Pencarian jurnal dengan menggunakan kata kunci "Six Sigma", "DMAIC" dan "DMADV". Sebanyak 80 jurnal terkait metode DMAIC dan DMADV dikumpulkan dan direview. Langkah kedua dilakukan penyaringan jurnal, sekitar 47 jurnal yang sangat relevan dengan tema metode DMAIC dan DMADV pada industri manufaktur. Langkah ketiga adalah membuat ringkasan berdasarkan identitas jurnal, objek penelitian, dan hasil penelitian. Langkah keempat adalah mengidentifikasi jurnal berdasarkan studi kasus, negara, tahun publikasi, dan penerbit. Data dikumpulkan, dianalisis, dan hasilnya disajikan dalam bentuk grafik. Pada tahap ini dilakukan pencarian persamaan dan perbedaan dari jurnal yang diperoleh serta membandingkan persamaan dan perbedaan tersebut dari berbagai sudut pandang. Langkah terakhir

adalah melakukan analisa kekuatan dan kelemahan dari metode DMAIC dan DMADV pada industri maufaktur. Untuk lebih jelasnya Kerangka Kajian Sastra dalam makalah ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka Kajian Sastra

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rangkuman

Makalah ini merangkum 47 artikel yang menjelaskan mengenai penerapan metode DMAIC dan DMADV pada industri manufaktur. Artikel tersebut diambil dari lingkup nasional dan internasional dengan rentang waktu penelitian pada 5 tahun terakhir. Analisa dilakukan berdasarkan dengan identitas artikel, tahun terbit artikel, objek penelitian dan hasil penelitian. Penulis merangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1 Tinjauan Literatur Metode DMAIC & DMADV

NO	PAPER IDENTITIY	Year	RESEARCH OBJECT	RESULT
1	(Hargono, 2020b)	2021	Cacat Produk Pada Proses Produksi Pensil	nilai sigma sebesar 4,75 .Saran perbaikan yang harus dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan bahan baku pada awal proses produksi.

2	(Daniyan et al., 2022)	2021	proses perakitan bogie di industri kereta api	dalam efisiensi siklus proses (PCE) dengan 46,8%, melalui penerapan pendekatan peningkatan proses berkelanjutan Kaizen, pengurangan 27,9% dalam lead-time, 59,3% peningkatan waktu nilai tambah dan 71,9% pengurangan waktu non-nilai tambah.
3	(Jamil et al., 2020)	2020	Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) pada suatu perusahaan manufaktur	engan mengusulkan pendekatan baru berbasis DMAIC untuk mensistematisasikan Sus-VSM. Ini mengatasi kekurangan penting di Sus-VSM dengan menawarkan proses perbaikan terus menerus
4	(Syafei & Louren, 2020)	2020	Yellow reject pada Hexavalent Chrome Plating on Plastic di PT. Mitra Part Perkasa	Metode DMAIC untuk menurunkan hasil yellow reject berhasil menjadi sebesar 0.55% dari 2.77 dan telah melebihi target yang sebesar 1%
5	(Ishak et al., 2019)	2019	Quality Control dengan metode six sigma DMAIC	Metode ini biasa digunakan pada proyek-proyek yang memiliki disiplin tinggi untuk mengurangi kecelakaan kerja.
6	(Sharma et al., 2020)	2020	Cacat Padad Mixer Shower	Tingkat penolakan menurun dari 11,84% hingga 0,11%. solusi untuk banyaknya kebocoran penolakan pada sub-Assambly dimana "O-seal" digunakan antara mating part.
7	(Rodrigue et al., 2022)	2022	menangani domain Additive Manufacturing (AM).	Mendukung peningkatan produksi karena standarisasi dan peningkatan kinerja proses, dengan mempertimbangkan peningkatan sistem manufaktur
8	(Abhilash & Thakkar, 2019)	2019	pengurangan cacat per sejuta peluang (DPMO) pada pembuatan panel pintu kabinet telekomunikasi.	Nilai sigma meningkat dari 3,49 menjadi 3,67. penolakan di DPMO berkurang menjadi 15.873 dari 23.271. Presentase investasi pengerjaan ulang turun dari 1,6 menjadi 1,12 persen dengan magnitudo 0,48 persen per juta panel pintu yang diproduksi.
9	(Nandakumar et al., 2020)	2020	Perusahaan pengolahan makanan dengan fokus departemen produksi dan pengemasan yang memiliki hambatan dan tingkat cacat yang tinggi.	memodifikasi sistem 5S perusahaan yang ada. Perbaikan juga diidentifikasi dalam fase kontrol untuk meningkatkan produktivitas perusahaan secara keseluruhan.
10	(Ranade Et Al., 2019)	2019	Peningkatan Produktivitas Dan Kualitas Pada Suatu Sektor Produksi Dengan Analisis Cacat.	Kemampuan Proses Meningkat Dari 3,02 Menjadi 3,26 Setelah Mengimplementasikan Nilai Parameter Yang Dioptimalkan.
11	(Adeodu Et Al., 2020)	2020	Alat Lean Six Sigma Dari Teknik Single Minutes Exchange Of Die Dan 5s	Alat Lean Six Sigma Dari Teknik Single Minutes Exchange Of Die Dan 5s Diimplementasikan Dan Ini Mengurangi Waktu Henti Dari 32,6 Menjadi 11% Dan Oleh Karena Itu Meningkatkan Kepuasan Pelanggan.
12	(Yusof et al., 2020)	2020	Melakukan proses pemilihan material	Hasil peneliti ini menghasilkan pemilihan serat kelapa sawit sebagai serat alami terbaik untuk memperkuat poliuretan sebagai

13	(Godina et al., 2021)	2021	pada crash box otomotif Logika fuzzy sebagai aset dalam pemodelan sistem inferensi fuzzy	matriks polimer karena memenuhi semua kriteria seleksi. FMEA tradisional terbukti tidak efisien dan FMEA fuzzy adalah cara untuk meningkatkan penerapannya dalam pengaturan ini
14	(Girmanová et al., 2017)	2017	Penerapan Six Sigma menggunakan metodologi DMAIC dalam proses pengendalian kualitas produk dalam operasi metalurgi.	Penurunan cacat dari 81.038 (2,9 Sigma) menjadi 39,636 DPMO (3,3 Sigma). Sigma meningkat sekitar 0,4 Sigma. Tujuan proyek – untuk mengurangi jumlah pengiriman yang gagal sebesar 50% dan mengurangi biaya pemrosesan sebesar 50% telah tercapai.
15	(Setiawan &Setiawan, 2020)	2020	Meminimalisir cacat karat pada roof panel	Penyebab cacat karat pada proses pengemasan panel atap di PT TMMIN adalah faktor manusia, faktor metode, faktor mesin, dan faktor lingkungan.
16	(Setyoko & Imaroh, 2022)	2019	Mengukur efektivitas penggunaan sistem digitalisasi panen di PT. Alam Plantase Indah menggunakan pendekatan siklus Six Sigma DMAIC	Nilai kapabilitas proses sebelum penerapan sistem digitalisasi panen diperoleh 76% sedangkan nilai kapabilitas proses setelah penerapan sistem digitalisasi panen diperoleh nilai 86%.
17	(Kurnia et al., 2022)	2022	Penungkatan kualitas pada elastic tape industri	Penyebab cacat adalah cacat pita elastis lengkung, yang terdiri dari faktor mesin, dan metode. peningkatan level sigma sebesar 10% dari 3,3339 menjadi 3,6832.cacat perbaikan dapat mengurangi cacat sebelum perbaikan sebesar 18,92% dan setelah perbaikan sebesar 9,23%.
18	(Saryanto Et Al., 2020)	2020	Proses Welding Dan Machining Untuk Lift Arm Repair Di Remanufacturing Perusahaan Heavyduty Di Indonesia.	Mengurangi Kegagalan Produk Lift Arm Pada Proses Pengelasan Dan Permesinan Serta Meningkatkan Keuntungan Perusahaan. Hasi Produk 266 Pcs Dengan Jumlah Defect 111 Pcs Menjadi Produksi 341 Pcs Dengan Jumlah Defect 24 Pcs. Peningkatan Kualitas Dari 1,91 Menjadi 2,43 Sigma. Menurunkan Menjadi Rp 135.000.000 Atau 66,47% Dari Kondisi Sebelumnya.
19	(Makinde et al., 2022)	2022	Meningkatkan efisiensi proses rantai pasokan dari sebuah Organisasi Manufaktur Produk Elektronik	Meningkatkan efisiensi siklus throughput dan proses organisasi masing-masing sebesar 63% dan 8,82%, serta mengurangi total lead- waktu yang dialami dalam sistem rantai pasok organisasi sebesar 63,89 hari
20	(Sithole et al., 2019)	2019	metode pengecoran pasir.	Dengan teknik Six Sigma dengan metode pengecoran pasir untuk mengurangi variasi proses dan meningkatkan kualitas coran.
21	(ANGGRAI NI, 2021)	2021	Perancangan untuk mengurangi produk	Terjadinya produk defect atau cacat produk core board paper di Paper Machine-1 PT. Papertech

22	(DIGA & SEVERIN, n.d., 2021)	2021	defect pada proses produksi core board pape. Akar penyebab yang menyebabkan kegagalan kabel kap mesin.	Indonesia yaitu kurang terampilnya pekerja dalam melakukan langkah-langkah perpindahan gramature. Adanya perbedaan toleransi antar kabel, Selama pemeriksaan proses perakitan kabel. Solusi yang ditemukan untuk perbedaan toleransi antara kabel adalah dengan menambahkan mur untuk bertindak sebagai pengatur jarak antara kait kiri dan kerah kabel luar, untuk perakitan kabel yang tidak tepat adalah dengan menstandarisasi metode perakitan dan melakukan pelatihan operator.
23	(Soundararajan, 2019)	2018	Pengurangan Biaya Dan Peningkatan Kualitas	Pengurangan Biaya Tahunan Sebesar Inr1.098.096 (Setara Dengan Us\$15.687 Dolar) Tercapai. Selanjutnya Tingkat Sigma Meningkat Dari 2,9 Menjadi 4,4.
24	(Rozak et al., 2020)	2019	Sistem operasi industri dari peralatan yang lama dan sering rusak berdasarkan Angka Prioritas Risiko FMEA tertinggi di Perusahaan Otomotif	Peningkatan nilai Availability dari 90,1% menjadi 95,8% pada Desember 2018 dan akhirnya pada penelitian ini juga dapat meningkatkan nilai OEE dari 87% menjadi 92,3% pada Desember 2018 dengan meningkatkan kegiatan aktivitas yang berdasarkan angka RPN tertinggi
25	(Trimarjoko et al., 2019)	2019	Produk cacat pada industri otomotif	Meningkatkan baseline kinerja (tingkat sigma) dari 4,48 menjadi 5,02 sigma. Penelitian ini berhasil menekan biaya karena produk cacat dari Rp. 1.427.500.000. menjadi Rp. 161.000.000., yang berarti 88,69% mengalami penurunan
26	(Montororing et al., 2022)	2022	Cacat produk pada PT KAEF	Produk cair merupakan produk yang paling banyak mengalami cacat, dengan penyebab cacat disebabkan oleh kesalahan prosedur kerja dan penggunaan mesin lama. Dari hasil perbaikan diketahui bahwa tingkat kecacatan produk
27	(Majid et al., 2020)	2020	Total kesalahan yang berulang dan waktu henti yang tidak direncanakan	Akar penyebab ini “pengencangan dan penyesuaian dalam perakitan tautan” dari 5 hari menjadi 2 hari menghasilkan peningkatan OEE peralatan dari 75,85% menjadi 77,15%.
29	(Knop, 2022)	2022	Penyebab dan Jumlah Kecelakaan Kerja	Akar penyebab kecelakaan di tempat kerja adalah perlindungan yang tidak memadai dari mesin bubut yang dihasilkan dari penutup pelindung yang dipasang terlalu jauh dari chuck mesin bubut.
28	(Abualsaud et al., 2019)	2019	Menilai dan meningkatkan kinerja tata letak fasilitas	Pilihan tata letak yang dihasilkan adalah alternatif 1, yang memiliki peringkat efisiensi tertinggi dan biaya desain tata letak terendah. Penambahkan area yang diperlukan untuk perluasan di masa mendatang untuk menjamin tingkat produksi dan efisiensi yang lebih tinggi.
30	(Kaushik, N.D.)	2022	Cacat Casting Pada Pengecoran	Faktor Lain, Seperti Kecepatan Plunger, Fase Pendinginan, Dan Sebagainya, Dapat Digunakan Untuk Menentukan Produk Akhir. Pengoptimalan

31	(Rozak et al., 2020)	2020	Penerapan metodologi LSS-TRIZ dalam mendesain dan pengembangan tirai biodegradable untuk perguruan tinggi kedokteran gigi.	Kekasaran, Kekerasan, Dan Densitas Permukaan Adalah Strategi Yang Meningkatkan Kualitas Komponen Dan Meminimalkan Jumlah Cacat hasilnya para peneliti berhasil mengembangkan tirai tersebut dengan harga yang setara dengan tirai plastik yang biasa digunakan.
32	(Wang et al., 2020)	2020	Masalah kualitas dudukan lensa smartphone dalam tahap pengembangan berdasarkan desain untuk melalui pendekatan six sigma untuk mengatasi kemacetan kualitas	Pada studi ini mengambil kasus peningkatan proyek yang dipromosikan oleh perusahaan dalam pengoptimalan 3d-mid dudukan lensa ponsel sebagai salah satu contoh untuk membahas cara mempromosikan secara efektif.
33	(Attia et al., 2019)	2019	kualitas dan produktivitas terpengaruh. Selain itu, beberapa produk bernoda dengan cairan bocor dari sistem hidrolik dapat muncul.	Disarankan agar desain mesin cetak saat ini harus dimodifikasi dengan desain baru yaitu dengan kamera jenewa karena lebih efektif dari masalah kritis yang terjadi dan menghilangkan sebagian masalah besar saat ini.
34	(Pereira et al., 2019)	2019	untuk mengetahui kepuasan pelanggan (CS), Indikator Kinerja Utama (KPI) dan DMADV dalam pengembangan produk.	Bahwa untuk maksimal satu tahun mungkin ada 2 keluhan atau risiko keterlambatan. Hasil lain yang mungkin adalah keluhan dan penundaan. Semua nilai yang dihitung memiliki premis pada jumlah proyek yang sama dengan 100. Hasil yang diperoleh optimal karena berarti indikator CS akan berada dalam kisaran nilai yang diinginkan.
35	(Bidikar et al., 2022)	2022	untuk mengurangi masa pengembangan produk pada industri Switch Gear	Analisis menunjukkan kegagalan keausan komponen MCCB sebagai nilai faktor bentuk masalah.
36	(Wu Et Al., 2017)	2017	Fokus Pada Kontrol Kualitas Motor Ev Generasi Baru Untuk Mempersiapkan Penyerapan Pasar Ev	Kualitas Mesin Ditingkatkan Dengan Meminimalkan Variasi Torsi Dan Efisiensi Keluaran, Yang Diimplementasikan Dengan Menyesuaikan Mekanisnya Secara Wajar Melalui Metode Yang Diusulkan.
37	(Bagaswara et al., 2022)	2022	Alat Bantu Drilling Penggurdian	Desain jig terpilih dengan material awal (stainless steel) dapat membantu menggurdi pipa dengan pencekam yang ukurannya dapat diatur fleksibel dan lebih besar (65 mm) daripada sebelumnya (40mm)
38	(Hassan et al., 2019)	2019	Kettle Listrik	Dampak material terhadap lingkungan lebih baik dari sebelumnya.Total cost per produk dalam design baru ini lebih murah yaitu Total assembly

39	(Baptista et al., 2020)	2020	Komponen baru (upgrade component) pada sektor industri otomotif	<p>time pada design baru hanya membutuhkan waktu 63 detik daripada design lama 253,46 detik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kapasitas produksi cukup pada jalur AB11 untuk produk referensi A10.80 2. Produk layak untuk diindustrialisasi 3. Pokayoke tervalidasi pada proses FMEA untuk menekan cacat produk 4. Cycle time < takt time sehingga produk dapat diproduksi secara massal dengan waktu proyek selama 18 bulan
40	(Ruwiyanto et al., 2021b)	2021	Sistem Automatic Length Control (ACL) pada mesin Henxing	Breakdown maintenance berkurang dari 185 kali terjadi breakdown menjadi hanya 22 kali breakdown..
41	(Bautista & Noroña, n.d.)	2021	proses Test-to-Pack pada Seven (7) Inductor Test and Packing Machines	<p>Machine tidak dapat memenuhi target adalah pada bowl feeder. Mengganti Bowl Feeder dengan metode Pick-and-Place untuk meningkatkan kinerja mesin dan untuk RTY (Rolled Throughput Yield) setidaknya 85%.</p> <p>Pick-and-Place sebagai input loader pada the Inductor Test and Packing Machines adalah untuk meminimalkan goresan dan debu pada induktor untuk menjaga kualitas produk.</p>
42	(Kumar Et Al., 2019)	2019	Jig Modular Produk Winding Cone 1	<p>Jig Modular Yang Baru Dapat Mampu Mengerjakan 12 Bagian. Mengurangi Waktu Siklus Pemesinan Menjadi 17,1 Dengan Total Waktu Penghematan 4jam Per Hari Dalam Pemesinan Winding Cone 1, Dengan Total Penghematan Lebih Dari 180 Jam Dalam Pemesinan.</p> <p>Manfaat Tambahan Dari Sistem Jig Modular Adalah Bahwa Satu Dasar (Kerangka Jig) Dapat Digunakan Dalam Pemesinan Produk Yang Berbeda.</p>
43	(Su & Su, 2019)	2019	Rasio Kontras TFT-LCD	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan produksi massal Sebelum mengadopsi DFSS, hasil produk perusahaan adalah 86,36%; setelah DFSS diadopsi, hasil produksi massal melebihi 99,63%. 2. Tingkat pengembalian tahun pertama turun dari 7,08% menjadi 1,54% 3. Laba bersih produksi massal diperkirakan akan melebihi US\$9,5 juta
44	(Purushoth & Ahmad, 2022)	2022	Sistem Inspeksi Otomatis/ Automation Inspection System (AIS)	<p>tingkat sigma telah meningkat dari 3,87 menjadi 4,33. Tingkat pengurangan cacat ditingkatkan menjadi 74,4 % dan tingkat downtime juga mencatat peningkatan yang signifikan pada penurunan 80,7%.</p>
45	(Corchado, 2019)	2019	Parameter dari mesin jahit di Industri	Efek Press Foot secara statistik turun signifikan pada tingkat 0,05. Kecepatan Jahit memiliki interaksi positif yang signifikan dengan tegangan Bawah serta tegangan Atas dengan Kaki Tekan; ketika mereka berubah dari tingkat rendah ke tingkat tinggi faktornya, respons meningkat, proporsi penerimaan yang tinggi

46	(Liverani et al., 2019)	2019	Kipas multifungsi, Pendekatan DFSS dan DMADV, Part part dari kipas multifungsi.	Pada fase Validasi, muncul teknologi Multi Jet Fusion yang menghadirkan beberapa keunggulan antara lain: Kecepatan pemrosesan (6 jam), Biaya yang dapat diakses untuk mesin (300.000 €), Kualitas lebih baik karena detail agen.
47	(Sithole et al., 2021)	2021	Teknologi manufaktur aditif logam baik tradisional maupun konvensional.	Hasil dari DFSS terletak pada alat yang diterapkan pada tahap penentuan dan pemahaman kebutuhan pelanggan selama tahap pengukuran. Melihat desain untuk six sigma sebagai strategi peningkatan, menguraikan dasar-dasar dan alat metodologi DFSS dan menguraikan dasar-dasar manufaktur modern

3.2 Identifikasi berdasarkan klusterisasi

Hasil pembahasan mengenai penerapan metode DMAIC dan DMADV pada industri manufaktur berdasarkan paper dapat diklasifikasikan dari berbagai negara. Setelah diklasifikasikan dan dianalisa dari Gambar 2, negara maju dan negara berkembang menerapkan metode DMAIC dan DMADV sebagai alat pemecahan masalah yang sangat relevan di industri manufaktur. Pada data tersebut Indonesia adalah salah satu negara yang paling sering menggunakan metode tersebut.

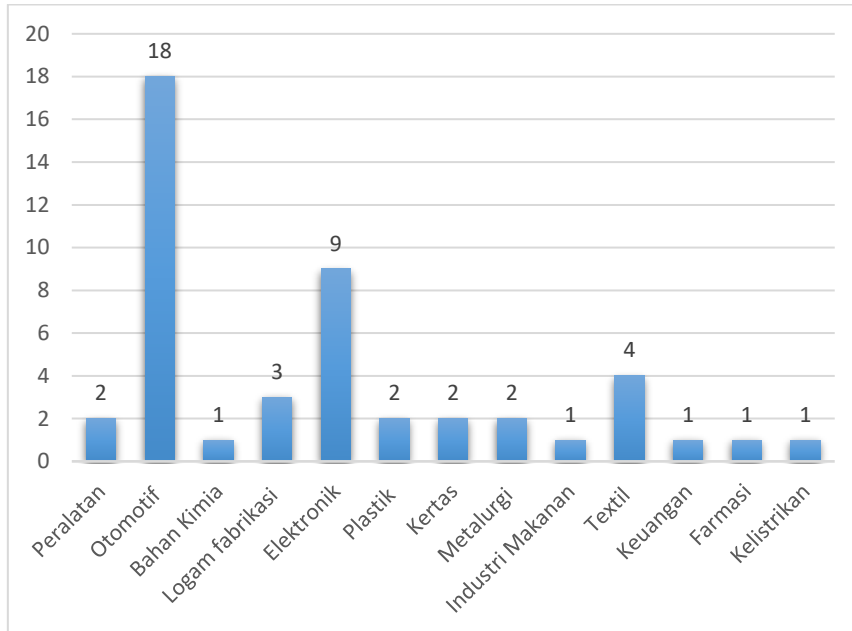
Dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pertumbuhan ekonomi Indonesia naik 2,56% untuk bidang industri dalam 5 tahun terakhir. Hal ini menunjukkan bahwa metode DMAIC dan DMADV adalah salah satu metode yang dapat mendorong laju perekonomian dalam bidang industri manufaktur karena dapat mengurangi variabilitas dalam proses, meningkatkan kualitas produk, dan mencegah terjadinya kesalahan.



Gambar 2 Klasifikasi Negara

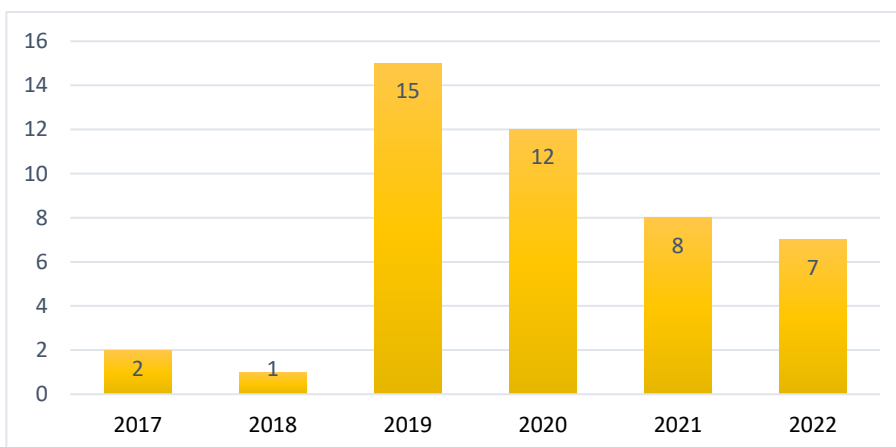
Gambar 3 menunjukkan bahwa metode DMAIC dan DMADV banyak diterapkan di industri otomotif. Metode DMAIC digunakan untuk peningkatan

kinerja produk, proses, atau layanan sedangkan DMADV lebih banyak digunakan untuk pengembangan produk atau layanan.



Gambar 3 Fokus Industri

Tabel 2 menunjukkan bahwa penerbit Science Direct paling sering dicari dalam rentang waktu 2017-2022 (Gambar 4). Hal ini terbukti dalam identifikasi artikel bahwa jumlah penerbit paling banyak dicari adalah Science Direct. Penulis menyarankan peneliti untuk menggunakan Science Direct sebagai acuan dalam mencari sumber referensi penelitian karena Science Direct merupakan penerbit jurnal yang bereputasi.



Gambar 4 Tahun Publikasi

Tabel 2 Klasifikasi Penerbit

PENERBIT	JUMLAH
Journal of Industrial and Engineering System	1
Heliyon	1
Taylor & Francis	2
Repository.president.ac.id	1
IOP Conference Series	2
Engineering Management in Production and Services	1
MDPI (2)	2
International Journal of Quality & Reliability Management	1
Science Direct	7
International Journal of Innovative Research in Applied Sciences and Engineering	1
Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial	1
Journal of Engineered Fibers and Fabrics	1
Acta Technologica Agriculturae	1
Jurnal Sistem dan Manajemen Industri	1
Journal Européen des Systèmes Automatisés	2
International Journal of Productivity and Performance Management	1
Growing Science	1
Journal of Physics: Conference Series	1
ieeexplore	2
MANUFACTURING TECHNOLOGY	2
Solid State Technology	1
scholar.archive.org	1
International Journal of Engineering	1
International Journal of System Assurance Engineering and Management	1
2017 7th International Conference on Power Electronics Systems and Applications	1
Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika	1
Emerald Publishing Limited: International Journal of Lean Six Sigma	1
Puerto Rico Cloud Repository	1
International Journal on Interactive Design and Manufacturing	1

4. Analisis Kekuatan dan Kelemahan

4.1 Analisis Kekuatan

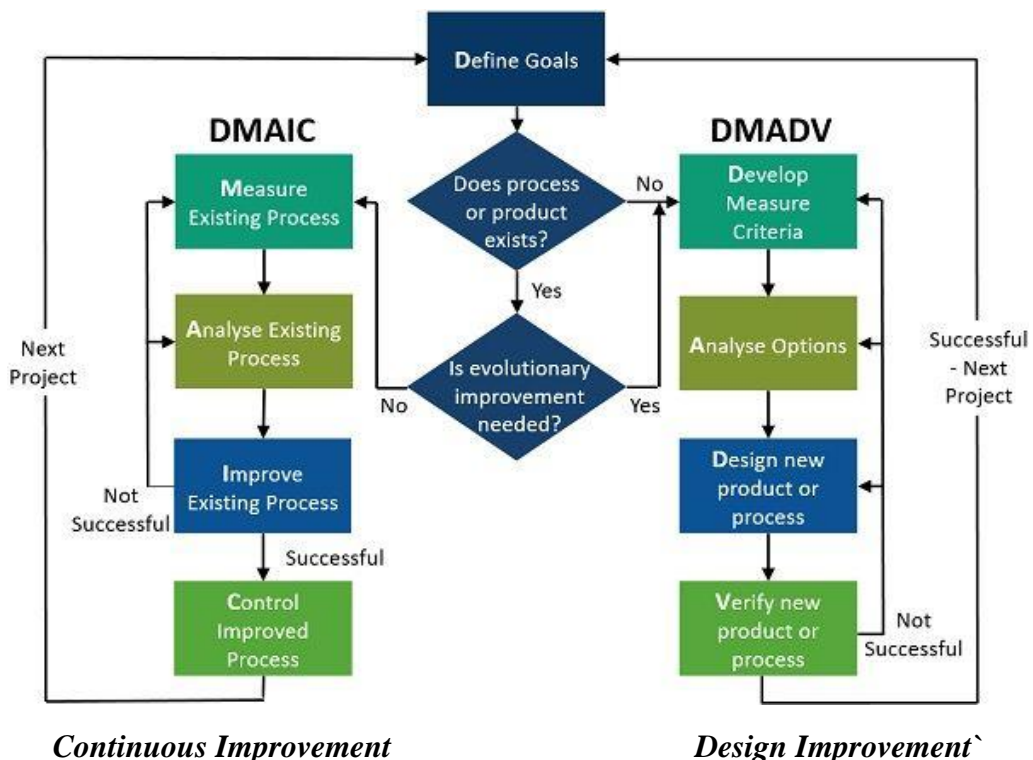
Dalam makalah ini, Penulis dapat menemukan kekuatan yang berasal dari seluruh artikel yang telah dianalisis. Kekuatan yang didapatkan didasarkan pada tiga perspektif, yaitu penulisan artikel, industri, dan ilmu pengetahuan.

1. Artikel dijelaskan secara jelas dan lengkap mulai dari abstrak, pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi, hasil & pembahasan, dan kesimpulan.
2. Kekuatan penerapan metode DMAIC dan DMADV adalah mendapatkan hasil untuk peningkatan kinerja produk, proses, atau layanan serta pengembangan produk atau layanan.
3. Metode DMAIC dan DMADV dapat digunakan sebagai suatu alat pemecah masalah yang relevan digunakan di bidang industri maupun jasa yang telah digunakan di berbagai negara.

4.2 Analisis Kelemahan

Dalam makalah ini selain kelebihan studi pustaka, Penulis juga menemukan beberapa kelemahan berdasarkan perspektif yaitu penulisan artikel, industri, dan ilmu pengetahuan.

1. Format penulisan artikel tidak teratur sehingga menyulitkan penulis dalam mengidentifikasi literatur.
2. Pendekatan DMAIC dan DMADV memerlukan waktu yang cukup lama dalam implementasinya. Metode ini memerlukan tahapan-tahapan yang sistematis untuk mendapatkan hasil yang terbaik dan perlu pemantauan secara berkala. Selain itu, metode ini memerlukan orang-orang yang terlatih dan berpengetahuan untuk memenuhi tuntutan pengurangan cacat pada produk.
3. Munculnya alat baru dalam kehidupan modern, sehingga para peneliti memiliki banyak pilihan dalam memecahkan masalah. Sehingga, metode ini sering diabaikan.



Gambar 5 DMAIC VS DMADV

Berdasarkan Gambar 5, pembeda antara Metode DMAIC dan DMADV pada pendekatan di industri manufaktur ini yaitu DMAIC digunakan ketika suatu produk atau proses telah ada pada perusahaan tersebut, tetapi tidak memenuhi standar kualitas dan keinginan dari pelanggan, sehingga berfokus pada sistem yang sudah ada untuk di tingkatkan menjadi lebih baik dan dapat membantu proses industri, jika DMADV ini digunakan ketika suatu proses atau produk belum ada di perusahaan tersebut dan perlu dikembangkan. Pendekatan yang dilakukan untuk metode DMADV yaitu mencari masalah dengan memberikan solusi mengenai pembuatan atau pengembangan hal yang belum ada guna membantu di industri tersebut. Dua pendekatan ini juga dapat memberi solusi yang baik dalam permasalahan di sektor industri yang belum memenuhi keinginan pelanggan dan level six sigma.

5. Kesimpulan

Pendekatan metode penerapan DMAIC dan DMADV khususnya pada industri manufaktur dapat memberi manfaat yang cukup banyak terhadap semua aspek. Manfaat yang didapat dengan berfokus pada improvement pada system yang telah dibuat pada perusahaan tersebut dan memberikan design yang terbaru dalam menyelesaikan masalah. Metode DMAIC dan DMADV pun mempunyai kekuatan dan kelemahan yaitu kekuatan penerapan metode DMAIC dan DMADV adalah mendapatkan hasil untuk peningkatan kinerja produk, proses, atau layanan serta pengembangan produk atau layanan dan kelemahan Pendekatan DMAIC dan DMADV memerlukan waktu yang cukup lama dalam implementasinya. Makalah ini mengidentifikasi bahwa dari 47 jurnal yang dianalisis, hampir semua masalah yang ada pada paper tersebut dapat terselesaikan dan meningkatkan proses pada industri manufaktur, Sehingga alat tersebut dapat menjadi tolak ukur bagi sebuah perusahaan untuk dapat menerapkan metode DMAIC dan DMADV dalam pemecahan masalah.

6. Saran

Pada penelitian ini yang berfokus pada metode penerapan DMAIC dan DMADV khususnya di industri manufaktur. Peneliti menyarankan agar metode tersebut dapat dieksplorasi lebih luas supaya dapat mencakup semua aspek sektor yang membutuhkan improvement ataupun design yang baru. Dengan demikian dapat menyeluruhnya fungsi dari metode DMAIC dan DMADV. Bagi beberapa sektor yang tidak bersangkut paut dalam dunia industri pun dapat mengadopsi penerapan metode DMAIC dan DMADV agar dapat mencapai hasil yang lebih baik dari sebelumnya.

REFERENSI

- [1] F. A. Ekoanindiyo, "Pengendalian cacat produk dengan pendekatan Six Sigma," *J. Ilm. Din. Tek.*, 2014.
- [2] F.-M. Su and C.-T. Su, "TFT-LCD Contrast Ratio Improvement by Using Design for Six Sigma Disciplines," *IEEE Trans. Semicond. Manuf.*, vol. 33,

no. 1, pp. 128–139, 2019. DOI: 10.1109/TSM.2019.2956511

- [3] A. Liverani, G. Caligiana, L. Frizziero, D. Francia, G. Donnici, and K. Dhaimini, “Design for Six Sigma (DFSS) for additive manufacturing applied to an innovative multifunctional fan,” *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, vol. 13, no. 1, pp. 309–330, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00548-9>
- [4] F. Corchado Martínez, “Design for Six Sigma Using DMADV for Implementing Sewing Machine,” *Manuf. Eng.*, 2019.
- [5] A. Baptista, F. J. G. Silva, R. Campilho, S. Ferreira, and G. Pinto, “Applying DMADV on the industrialization of updated components in the automotive sector: a case study,” *Procedia Manuf.*, vol. 51, pp. 1332–1339, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.186>
- [6] A. V. Z. Bautista and M. I. Noroña, “Machine Productivity Improvement of the Test-To-Pack Process Line in the Production of SMD Power Inductors Using DMADV Approach and ProModel Simulation”.
- [7] M. F. Hassan, T. R. C. Mohan, I. Taib, S. Mahmood, and J. M. Kafuku, “Application of design for six sigma (DFSS) in sustainable product design: a case study on an electric kettle,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 607, no. 1, p. 12002. DOI 10.1088/1757-899X/607/1/012002
- [8] S. Kumar, R. Campilho, and F. J. G. Silva, “Rethinking modular jigs’ design regarding the optimization of machining times,” *Procedia Manuf.*, vol. 38, pp. 876–883, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.169>
- [9] S. G. Bidikar, S. B. Rane, and P. R. Potdar, “Product development using Design for Six Sigma approach: case study in switchgear industry,” *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.*, vol. 13, no. 1, pp. 203–230, 2022. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01199-4>
- [10] M. T. Pereira, M. I. Bento, L. P. Ferreira, J. C. Sá, F. J. G. Silva, and A. Baptista, “Using Six Sigma to analyse Customer Satisfaction at the product design and development stage,” *Procedia Manuf.*, vol. 38, pp. 1608–1614, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.124>
- [11] B. Bagaswara, F. D. Kartika, D. S. W. Habsari, and A. Dicha, “Analisis Perancangan Alat Bantu Drilling Penggurdian Pipa Menggunakan Metode DFSS dan Analisis SWO,” 2022.
- [12] C. Sithole, I. Gibson, and S. Hoekstra, “Evaluation of the applicability of design for six sigma to metal additive manufacturing technology,” *Procedia CIRP*, vol. 100, pp. 798–803, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.041>
- [13] E.-A. Attia, K. Khader, and O. Nada, “Mistake Proofing Cam Mechanism Through Six-sigma Process: Case Study on Clothes Printing Machines,”

- Int. J. Eng.*, vol. 32, no. 3, pp. 438–444, 2019. doi: 10.5829/ije.2019.32.3c.12
- [14] D. M. Wu, C. K. P. Luk, and W. Z. Fei, “Quality control of low-cost electric machines for electric vehicles by DOE assisted six sigma DMADV method,” in *2017 7th International Conference on Power Electronics Systems and Applications-Smart Mobility, Power Transfer & Security (PESA)*, 2017, pp. 1–8. DOI: 10.1109/PESA.2017.8277740
- [15] L. K. Kaushik *et al.*, “Mistake Proofing Cam Mechanism Through Six-sigma Process: Case Study on Clothes Printing Machines,” *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.*, vol. 13, no. 1, pp. 438–444, 2019. doi: 10.5829/ije.2019.32.3c.12
- [16] C.-C. Wang, H.-T. Chang, and K.-Y. Cheng, “Application of Six Sigma to Improve Smartphone Lens Holder Quality-An Empirical Study,” 2020. DOI: 10.12792/iciae2020.008
- [17] K. Purushothaman and R. Ahmad, “Integration of Six Sigma methodology of DMADV steps with QFD, DFMEA and TRIZ applications for image-based automated inspection system development: a case study,” *Int. J. Lean Six Sigma*, 2022. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2021-0088>
- [18] K. Knop, “Using Six Sigma DMAIC Cycle to Improve Workplace Safety in the Company from Automotive Branch: A Case Study,” *Manuf. Technol.*, vol. 22, no. 3, pp. 297–306, 2022. DOI: 10.21062/mft.2022.040
- [19] L. K. Kaushik, “USE OF THE DMAIC METHODOLOGY TO OPTIMIZE DEFECTS IN PISTON CASTING”.
- [20] D. DIGA and I. SEVERIN, “BONNET CABLE DEFECT ANALYSIS USING SIX SIGMA DMAIC TECHNIQUES”.
- [21] Y. N. U. R. ANGGRAINI, “Usulan Penerapan Metode Six Sigma Dan Theory Of Inventive Problem Solving (Triz) Untuk Upaya Mengurangi Produk Defect Pada Proses Produksi Core Board Paper (Studi Kasus: Pt. Papertech Indonesia, Subang),” 2021.
- [22] K. Soundararajan, “Cost-reduction and quality improvement using DMAIC in the SMEs,” *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 2019. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2018-0360>
- [23] A. Rozak, C. Jaqin, and H. Hasbullah, “Increasing overall equipment effectiveness in automotive company using DMAIC and FMEA method,” *J. Eur. des Systèmes Autom.*, vol. 53, no. 1, pp. 55–60, 2020. <https://doi.org/10.18280/jesa.530107> A
- [24] M. I. Majid, M. R. Hashmi, and J. B. Gill, “Reduction of Faults due to Preventive Maintenance Non-compliance in Pakistan’s Glove Sector using DMAIC Approach,” 2020.

- [25] Y. D. R. Montororing, M. Widyantoro, and A. Muhazir, "Production process improvements to minimize product defects using DMAIC six sigma statistical tool and FMEA at PT KAEF," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, vol. 2157, no. 1, p. 12032. DOI 10.1088/1742-6596/2157/1/012032
- [26] A. S. Abualsaud, A. A. Alhosani, A. Y. Mohamad, F. N. Al Eid, and I. Alsyouf, "Using six sigma DMAIC methodology to develop a facility layout for a new production line," in *2019 8th International Conference on Modeling Simulation and Applied Optimization (ICMSAO)*, 2019, pp. 1–5. DOI: 10.1109/ICMSAO.2019.8880335
- [27] A. Setyoko and T. S. Imaroh, "Effectivity of Digital Information Systems in improving the productions of Palm Oil Plantation using Six Sigma DMAIC (Case study in PT. Alam Plantase Indah)," *Budapest Int. Res. Critics Institute-Journal*, vol. 5, no. 3, pp. 22930–22943, 2022. DOI:<https://doi.org/10.33258/birci.v5i3.6306>
- [28] A. Trimarjoko, D. Saroso, H. Purba, S. Hasibuan, C. Jaqin, and S. Aisyah, "Integration of nominal group technique, Shainin system and DMAIC methods to reduce defective products: A case study of tire manufacturing industry in Indonesia," *Manag. Sci. Lett.*, vol. 9, no. 13, pp. 2421–2432, 2019. DOI: 10.5267/j.msl.2019.7.013
- [29] R. Godina, B. G. R. Silva, and P. Espadinha-Cruz, "A DMAIC integrated fuzzy FMEA model: a case study in the Automotive Industry," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 8, p. 3726, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11083726>
- [30] I. Setiawan and S. Setiawan, "Defect reduction of roof panel part in the export delivery process using the DMAIC method: a case study," *J. Sist. dan Manaj. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 108–116, 2020. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i2.2775>
- [31] L. Girmanová, M. Šolc, J. Kliment, A. Divoková, and V. Mikloš, "Application of Six Sigma using DMAIC methodology in the process of product quality control in metallurgical operation," *Acta Technol. Agric.*, vol. 20, no. 4, pp. 104–109, 2017. DOI: 10.1515/ata-2017-0020
- [32] C. Sithole, K. Nyembwe, and P. Olubambi, "Process knowledge for improving quality in sand casting foundries: A literature review," *Procedia Manuf.*, vol. 35, pp. 356–360, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.05.052>
- [33] O. Makinde, R. Selepe, T. Munyai, K. Ramdass, and A. Nesamvuni, "Improving the Supply Chain Performance of an Electronic Product-Manufacturing Organisation Using DMAIC Approach," *Cogent Eng.*, vol. 9, no. 1, p. 2025196, 2022. <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.2025196>
- [34] H. Kurnia, C. Jaqin, and H. Manurung, "Implementation of the DMAIC

- Approach for Quality Improvement at the Elastic Tape Industry,” *J@ ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 1, pp. 40–51, 2022.
<https://doi.org/10.14710/jati.17.1.40-51>
- [35] S. Saryanto, H. Purba, and A. Trimarjoko, “Improve quality remanufacturing welding and machining process in Indonesia using six sigma methods,” *J. Eur. SystèMes Autom*, vol. 53, pp. 377–384, 2020.
<https://doi.org/10.18280/jesa.530308>
- [36] A. O. Adeodu, M. G. Kanakana-Katumba, and R. Maladzhi, “Implementation of Lean Six Sigma (LSS) Methodology, through DMAIC Approach to Resolve Down Time Process; A Case of a Paper Manufacturing Company,” in *Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management December*, 2020, pp. 37–47.
- [37] N. S. B. Yusof, S. M. Sapuan, M. T. H. Sultan, and M. Jawaid, “Materials selection of ‘green’ natural fibers in polymer composite automotive crash box using DMAIC approach in Six Sigma method,” *J. Eng. Fiber. Fabr.*, vol. 15, p. 1558925020920773, 2020.
<https://doi.org/10.1177/1558925020920773>
- [38] H. Hargono, “Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Teh Dengan Metode Six Sigma Di Pt. Perkebunan Nusantara Viii Ciater.” Universitas Komputer Indonesia, 2020.
- [39] S. Ruwiyanto, R. Rizwan, T. Romadhon, and M. Fauzi, “Implementasi Lean Six Sigma Dalam Mengurangi Breakdown Maintenance Pada Sistem Automatic Length Control Di Pt Xyz Menggunakan Metode Dmadv,” *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 2, no. 3, pp. 342–350, 2021, doi: 10.46306/lb.v2i3.104.
- [40] N. Nandakumar, P. G. Saleeshya, and P. Harikumar, “Bottleneck identification and process improvement by lean six sigma DMAIC methodology,” *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 1217–1224, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>
- [41] P. B. Ranade, T. R. Pathade, P. J. Ugale, D. S. Shende, and S. C. Pagare, “Defect Analysis and Implementation of DMAIC Methodology for Defect Reduction in Tyre Manufacturing,” *Int. J. Innov. Res. Appl. Sci. Eng.*, vol. 3, pp. 479–482, 2019. DOI: 10.29027/IJIRASE.v3.i5.2019

- [42] R. Rodriguez Delgadillo, K. Medini, and T. Wuest, "A DMAIC Framework to Improve Quality and Sustainability in Additive Manufacturing—A Case Study," *Sustainability*, vol. 14, no. 1, p. 581, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14010581>
- [43] M. Y. Syafei and S. Louren, "Pengurangan Yellow Reject pada Proses Hexavalent Chrome Plating on Plastic dengan Menggunakan Pendekatan DMAIC," 2020.
- [44] N. Jamil, H. Gholami, M. Z. Mat Saman, D. Streimikiene, S. Sharif, and N. Zakuan, "DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system," *Econ. Res. istraživanja*, vol. 33, no. 1, pp. 331–360, 2020. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1715236>
- [45] M. Sharma, S. Sharma, and S. Sahni, "Structured Problem Solving: combined approach using 8D and Six Sigma case study," *Eng. Manag. Prod. Serv.*, vol. 12, no. 1, pp. 57–69, 2020. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0005>
- [46] A. Ishak, K. Siregar, and H. Naibaho, "Quality Control with Six Sigma DMAIC and Grey Failure Mode Effect Anaysis (FMEA): A Review," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 505, no. 1, p. 12057. DOI :10.1088/1757-899X/505/1/012057
- [47] C. R. Abhilash and J. J. Thakkar, "Application of Six Sigma DMAIC methodology to reduce the defects in a telecommunication cabinet door manufacturing process: A case study," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 2019. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2018-0344>
- [48] A. A. T. N. Fahroni, S. Solihin, and D. Siregar, "Analisis Perbaikan Cacat Produk pada Proses Produksi Pensil dengan Tahapan DMAIC," *J. Ind. Eng. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 128–135, 2021.
- [49] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpofu, R. Maladzhi, and M. G. K.-K. Katumba, "Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry," *Heliyon*, vol. 8, no. 3, p. e09043, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>