

# Perbaikan Kualitas Produksi Gula Pasir Dengan Penerapan Lean Six Sigma (Studi Kasus : PT Madubaru)

Wahyu Adhi Prasetyo<sup>1</sup>, Andung Jati Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas sains dan teknologi , Jurusan Teknik Industri, Universitas Teknologi Yogyakarta  
Jl. Glagahsari No. 63, Warungboto, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta  
55164.

Email: [wahyuadhiprasetyo123456789@gmail.com](mailto:wahyuadhiprasetyo123456789@gmail.com), [andung.nugroho@uty.ac.id](mailto:andung.nugroho@uty.ac.id)

## ABSTRAK

PT. Madubaru PG/PS Madukismo Titik Terang Konveksi merupakan perusahaan yang memproduksi gula pasir. Terdapat 3 jenis kecacatan yaitu gula basah, warna tidak sesuai, dan gula kotor, sehingga memperbesar biaya. Tujuan penelitian agar tahu faktor penyebab cacat dan penyelesaiannya untuk meminimalisir kerugian menggunakan *Lean Six Sigma*. Dari 6420 total cacat produk bulan juli 2022 sampai oktober 2023. Nilai DPMO 22805.5556 dan nilai *sigma* 3,13 disebabkan faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Usulan penanganan yaitu memberikan pemahaman kualitas produk, menegur karyawan, memberikan pelatihan kerja,. Membersihkan mesin sebelum dan sesudah digunakan, mengecek komponen mesin dan menggantinya jika diperlukan, mengawasi operator mengenai pengoperasian mesin sesuai SOP, melakukan pengecekan sebelum mulai produksi, membuat jadwal perawatan rutin selama 1 bulan sekali. Membuat SOP, menerapkan SOP secara terus-menerus dan berkelanjutan,. Mengecek dan menyimpan bahan baku yang baik. Menambah blower, memperbanyak ventilasi, menata ulang ruangan yang digunakan untuk penyimpanan dan produksi, meletakkan barang/alat sesuai fungsi dan kegunaannya, membuang barang tidak terpakai, membuat rak alat dan barang, memperluas bangunan. Kemudian penambahan poster 5S agar lingkungan kerja selalu tertata dengan baik. Dengan demikian maka faktor penyebab cacat akan berkurang dan meminimalisir kerugian.

**Kata kunci:** DPMO, Kualitas, Lean Six sigma

## ABSTRACT

*PT. Madubaru PG/PS Madukismo Bright Point Convection is a company that produces granulated sugar. There are 3 types of defects, namely wet sugar, unsuitable color, and dirty sugar, which increases costs. The research aims to discover the factors that cause defects and their solutions to minimize losses using Lean Six Sigma. Out of 6420 total product defects from July 2022 to October 2023. Human, machine, method, material, and environmental factors cause DPMO value 22805.5556 and value of sigma 3.13. The proposed handling is to provide an understanding of product quality, reprimand employees, and provide job training, Clean the machine before and after use, check machine components and replace them if necessary, supervise operators regarding machine operation according to SOP, check before starting production, and making routine monthly maintenance schedules. Making SOPs, implementing SOPs continuously and continuously. Check and store good raw materials. Adding blowers, increasing ventilation, rearranging rooms used for storage and production, placing goods/tools according to their functions and uses, disposing of unused items, making tool and item shelves, and expanding the building. Then, add 5S posters so the work environment is always well organized. Thus, the factors that cause defects will be reduced and losses.*

**Keywords:** DPMO, Quality, Lean Six Sigma.

## Pendahuluan

Pengendalian kualitas adalah kegiatan sangat erat dengan produksi, dimana pengendalian kualitas adalah sistem *verifikasi* dan penjagaan dari tingkatan/derajat kualitas produk yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang baik, peralatan sesuai, *inspeksi* terus menerus, serta tindakan *korektif* jika diperlukan [1]–[4].

PT Madubaru PG/PS Madukismo Titik Terang Konveksi merupakan suatu usaha yang memproduksi jersey, dengan cara *make to order*. Permasalahan yang ada yaitu masih terdapat produk jersey yang mengalami cacat produk seperti gula basah, warna tidak sesuai, dan gula kotor, dengan jumlah produksi selama 1 taun terakhir 2021 sebanyak 22.765 ton gula. sehingga menimbulkan kerugian. Makanya dengan menerapkan metode pengendalian kualitas untuk mengetahui masalah tersebut, diharapkan dari PT Madubaru PG/PS Madukismo Titik Terang Konveksi dapat mengurangi cacat.

Penelitian ini menggunakan metode *Lean Six Sigma* dengan analisis DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) Penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu metode '*Lean Six Sigma*' yang disusun oleh [1], [5]–[10]. Metode '*Lean Six Sigma*' yang disusun oleh [11]. Penelitian tersebut menggunakan pengolahan data dimana tahap *Define* yaitu mengidentifikasi cacat produk, *problem statement*, tujuan peningkatan kualitas, dan pembuatan diagram *Sipoc*. Tahap *Measure* yaitu mengidentifikasi CTQ, pembuatan peta kendali-P, dan perhitungan tingkat *sigma* (DPMO). Tahap *Analyze* untuk menentukan cacat terbesar dengan diagram *pareto* dan identifikasi penyebab CTQ dengan diagram *fishbone* dan analisis lingkungan kerja. Tahap *Improve* yaitu memperbaiki faktor kegagalan dengan *kaizen* dengan konsep *five M-Checklist* dan *five step plan*. Tahap yang terakhir yaitu *Control* hasilnya berupa rekomendasi perbaikan untuk perusahaan.

### Metode Penelitian

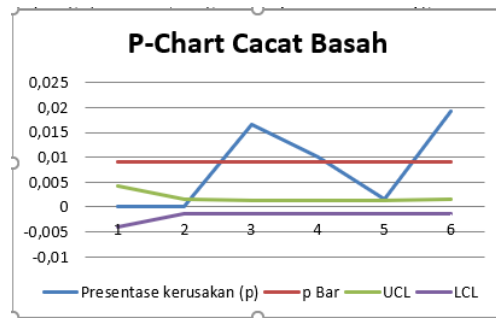
Penelitian ini dilakukan di PT. Madubaru PG/PS Madukismo Titik Terang yang beralamat di di Jl Padokan, Tirtonirwolo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55181, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584. Produk yang dihasilkan dari usaha ini adalah gula pasir, akan tetapi ada kendala dalam produksinya yaitu gula basah, warna tidak sesuai, gula kotor, sehingga menghasilkan cacat. Tinjauan pustaka penelitian ini adalah teori yang ada dengan objek penelitian menggunakan metode *Lean Six Sigma* [12]–[16]. Pengumpulan data yaitu jumlah produksi 1 taun terakhir 2021 sebanyak 22.765 dan cacatnya sebanyak 6420 dengan wawancara operator dan kepala produksi.

Pengolahan data dengan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). *Define*: tahap awal dalam peningkatan kualitas dimulai dari masalah yang dihadapi, untuk langkahnya pembuatan SIPOC dan CTQ [17]–[23], *Measure*: mengukur dasar proses untuk evaluasi berdasar *goals* yang ada, mengukur tingkat cacat sampai tingkat sigmanya, langkahnya membuat peta kendali dan DPMO, *Analyze*: melakukan penetapan rencana Tindakan dan solusi untuk meningkatkan kualitas produk berdasar penyebab masalah yang ada, tahap ini harus dapat menganalisis dan melakukan validasi terhadap permasalahan yang terjadi, langkahnya pembuatan *Pareto* dan *Fishbone*, *Improve*: menetapkan rencana Tindakan dan perbaikan untuk meningkatkan kualitas setelah tahu penyebab terjadinya cacat produk dengan memberi usulan perbaikan dalam upaya menekan kerusakan produk, langkahnya dengan *Five Step Plan* dan *5W+1H* [24]–[27]. *Control*: tahap terakhir yang memberikan rekomendasi bagi perusahaan.

### Hasil Dan Pembahasan

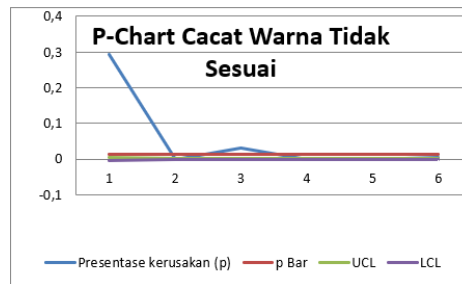
Hasil penelitian yang dilakukan di PT Madubaru Madukismo pada bagian produksi gula dengan mengidentifikasi cacat produk melalui diagram SIPOC terdapat tiga jenis cacat produk yaitu cacat warna tidak sesuai, cacat gula basah, dan cacat gula kotor. Presentase keseluruhan cacat produk dapat dilihat dari hasil presentase cacat tertinggi yaitu jenis cacat warna tidak sesuai sebesar 46,5 %, kemudian cacat gula basah sebesar 30,7 %, dan cacat gula kotor sebesar 22,8 %.

Terdapat tiga jenis cacat yaitu gula basah, warna tidak sesuai, gula kotor



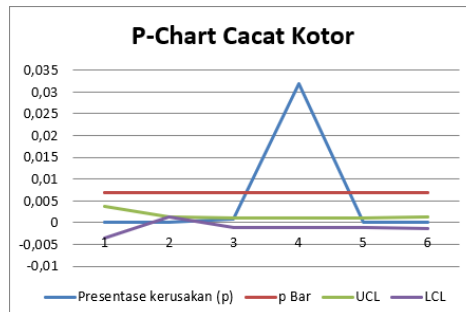
Gambar 1. Gula Basah

Perhitungan yang digunakan dalam melakukan perhitungan cacat karena gula basah ditunjukkan pada persamaan dengan nilai *Central Line* (CL) 0,0091, *Upper Control Limit* (UCL) 0,004174 dan *Lower Control Limit*(UCL)–0,004148



Gambar 2. Warna Tidak Sesuai

Perhitungan yang digunakan dalam melakukan perhitungan cacat karena gula basah ditunjukkan pada persamaan dengan nilai *Central Line* (CL) 0,0138, *Upper Control Limit* (UCL) 0,005135 dan *Lower Control Limit*(UCL)–0,005088



Gambar 3. Gula Kotor

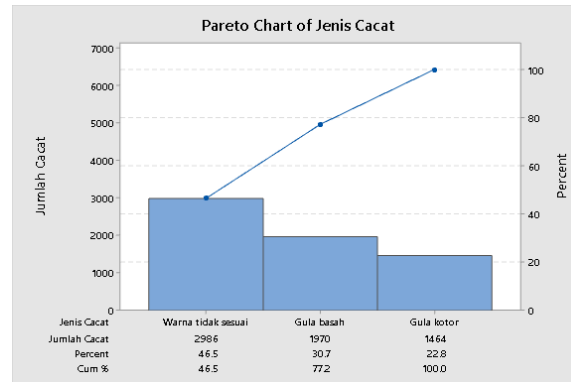
Perhitungan yang digunakan dalam melakukan perhitungan cacat karena gula basah ditunjukkan pada persamaan dengan nilai *Central Line* (CL) 0,0068, *Upper Control Limit* (UCL) 0,003609 dan *Lower Control Limit*(UCL)–0,003593.

Tabel 1. Konversi Hasil Perhitungan DPMO dan Tabel Six Sigma

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPU	TOP	DPO	DPMO	Sigma
1	4687.5	1374	3	0.2931	14062.5	0.0977	97700	2.79
2	37732	0	3	0	113196	0	0	0.00
3	43738.5	2149	3	0.0491	131215.5	0.0164	16366.6667	3.64
4	44920	1857	3	0.0413	134760	0.0138	13766.6667	3.70
5	47361	78	3	0.0016	142083	0.0005	533.3333	4.77
6	37930.5	962	3	0.0254	113791.5	0.0085	8466.6667	3.89
Total	216369.5	6420	18	0.4105	649108.5	0.1368	136833.3333	18.79

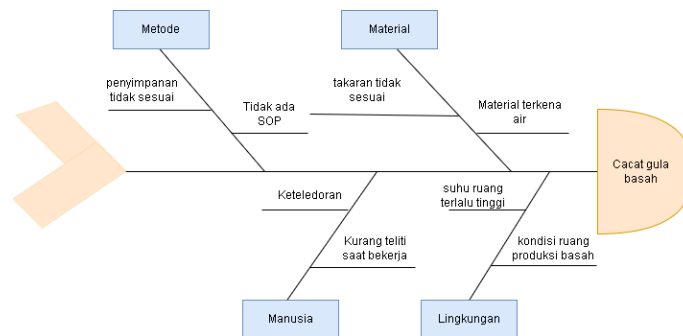
<b>Rata</b>		
-	22805.5556	3.13
<b>Rata</b>		

Dapat diartikan bahwa ada kemungkinan 22805.55562 cacat akan terjadi dalam satu juta produk yang dihasilkan. Kalau *sigma* sebesar 3.13 yang menunjukkan bahwa masih kurang dari nilai 6 *sigma*. Walau demikian proses produksi pada PT Madubaru PG/PS Madukismo Titik Terang Konveksi sudah cukup baik.



Gambar 4. Jenis Cacat

Jenis cacat paling banyak pada jenis cacat warna tidak sesuai dengan *presentase* sebesar 46,5%, lalu jenis cacat gula basah sebesar 30,7%, dan jenis cacat kotor dengan *presentase* sebesar 22,8%.



Gambar 5. Fish Bone diagram

Faktor manusia, agar hasil proses memenuhi standar kualitas yang baik serta memenuhi standar, maka *skill*, kedisiplinan, dan ketelitian dari karyawan harus baik. Jika tidak maka karyawan akan melakukan kelalaian yang menyebabkan terjadinya produk cacat.

Faktor Mesin, *set up* awal mesin yang kurang baik akan menyebabkan kecacatan produk. Karyawan harus mengetahui bagaimana cara perawatan serta kebersihan, dan semua peralatan harus terjaga sehingga nantinya dapat mengurangi terjadinya kecacatan.

Faktor metode, setiap perusahaan harus mempunyai metode kerja dan diinfokan kepada seluruh karyawan agar paham dan dilakukan sesuai prosedur.

Faktor material, sebelum digunakan bahan baku harus diperiksa terlebih dahulu mengenai kondisi sehingga dapat memenuhi spesifikasi jika akan digunakan.

Faktor lingkungan, lingkungan kerja yang baik akan menimbulkan rasa nyaman kepada para karyawan, sehingga dapat bekerja dengan optimal.

*Five Step Plan*: Setelah memecahkan masalah melalui analisis masalah, sistem perencanaan 5 langkah. *Five step plan* ini dengan 5-S (*Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke*).

1. *Seiri* (Ringkas): Dapat dilakukan milih bahan dengan misah barang sesuai keperluan produksi, kelompokkan alat sesuai guna proses, dan membereskan barang usai dipakai produksi. pelaksanaan resik yaitu: sisa kain dan kertas dikumpulkan dan dibuang jangan sampai terlalu menumpuk di area produksi, membersihkan alat dan mesin dari kotoran seperti debu, menyimpan karton-karton atau bekas wadah dari kain, kertas, tinta dll keluar area produksi.

2. *Seiton* (Rapi): Tentukan tempat barang yang tidak digunakan saat produksi jadi boros waktu dan tidak efektif. Pelaksanaan rapi yaitu: menyimpan peralatan/bahan sesuai sering tidaknya alat/bahan itu dipakai, seperti gunting karena sering dipakai maka disimpan ditempat yang terjangkau dan gampang dilihat, menyimpan tinta di rak agar tidak mudah tersenggol dan tumpah, pengambilannya pun menjadi lebih mudah.
3. *Seiso* (Resik): Melakukan pembersihan mesin, alat, dan tempat kerja sebelum dan sesudah produksi, sehingga terasa nyaman. Pelaksanaan resik yaitu: mengelap meja mesin press agar terhindar dari kotoran, membuang jarum jahit yang sudah tumpul dengan benar dan benang sisa jahitan, membuang potongan kertas dan kain.
4. *Seiketsu* (Rawat): Mengurus segala sesuatu yang berkaitan untuk proses produksi baik bahan, alat, mesin, atau tempat kerja dipastikan dalam keadaan baik, bersih, dan rapi. Pelaksanaan rawat yaitu: membuat petunjuk mengenai tempat penyimpanan alat, membuat SOP tentang tempat, mesin, dan alat; memasang poster 5S.
5. *Shitsuke* (Rajin): Melakukan 5S secara berkelanjutan tidak kecuali agar karyawan dan manajemen perusahaan itu pengawas maka ciptakan lingkungan kerja yang lebih tenang dan memberi tanggung jawab secara individu. Pelaksanaan rajin yaitu: Tidak membiarkan peralatan dan bahan diletakkan secara tidak beraturan, seperti memindahkan bahan kain yang ada didekat mesin press ke area yang lebih longgar, meletakkan kembali gunting yang sudah digunakan ke tempat semula, memindahkan rak perlengkapan print ke dekat tembok agar tidak tersenggol saat akan mengeprint gambar, dll. Menyimpan alat dan bahan ke tempat yang sudah ditentukan, seperti tinta ke rak perlengkapan print, gunting diletakkan kembali diatas meja computer dan meja potong, membuang jarum yang tumpul ke tempat wadah toples, dll. *Control*: Dimana hasil tingkat kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek terbaik dijadikan acuan standar kerja, serta hak dan tanggung jawab dari tim *Six Sigma* diberi ke pemilik atau penanggung jawab proses. Tindakan yang perlu dilakukan yaitu sebagai berikut:
  - a. Lakukan pengecekan kembali terhadap bahan-bahan awal
  - b. Lakukan pemantauan pada saat pemeriksaan barang dan material
  - c. Lakukan itungan DPMO dan nilai *sigma* dengan rutin tiap periode untuk tau kemampuan proses dalam menghasilkan produk tanpa cacat per satu juta kesempatan.
  - d. Patuhi SOP untuk menghindari hal yang dapat mengganggu jalannya produksi.

Berdasarkan *5W + 1H* dan *Kaizen Five Step Plan* diperlukan usulan perbaikan guna untuk mengurangi jumlah kecacatan pada produk gula. Berikut tabel perbaikan menggunakan metode *5W+1H* disetiap faktor;

**Tabel 2.** Perbaikan dengan metode *5W + 1H* pada Faktor Lingkungan

Jenis	5W + 1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)	Membersihkan ruangan proses produksi secara rutin
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)	Agar lingkungan kerja lebih nyaman dan efisien
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)	Dilaksanakan di Pabrik Gula Madubar Madukismo
Urutan	<i>When</i> (Kapan)	Pelaksanaan dapat dilakukan secara bersamaan dengan faktor manusia, dikarenakan kedua faktor tersebut saling berkaitan
Orang	<i>Who</i> (Siapa)	Tanggung jawab diserahkan kepada kepala bagian dan dikontrol langsung oleh pemilik usaha
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)	Membersihkan serta mengantisipasi produk gula dari air dan kotoran

**Tabel 3.** Perbaikan dengan metode *5W + 1H* pada Faktor Material

Jenis	5W + 1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)	Untuk mendapatkan bahan baku utama yang berkualitas
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)	Agar bahan baku sesuai dengan standar perusahaan yang telah ditetapkan untuk meminimalisir cacat produk yang terjadi.
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)	Diruangan penyimpanan bahan baku

Jenis	5W + 1H	Deskripsi/Tindakan
Urutan	When (Kapan)	Saat bahan baku datang atau dikirim dari supplier
Orang	Who (Siapa)	Tanggung jawab diserahkan kepada kepala bagian produksi, penerimaan barang dan pemilik usaha
Metode	How (Bagaimana)	Mengadakan penyortiran tebu yang datang atau dikirim dari supplier

**Tabel 4.** Perbaikan dengan metode 5W + 1H pada Faktor Manusia

Jenis	5W + 1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan Utama	What (Apa)	Meningkatkan kemampuan skill karyawan, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya tingkat kualitas produk
Alasan Kegunaan	Why (Mengapa)	Agar karyawan memiliki loyalitas yang baik terhadap perusahaan
Lokasi	Where (Dimana)	Di ruang proses produksi
Urutan	When (Kapan)	Saat proses produksi berlangsung
Orang	Who (Siapa)	Para karyawan PT Madubar Madukismo terutama karyawan bagian produksi
Metode	How (Bagaimana)	Menamberikan pelatihan kerja untuk mengasah keterampilan karyawan, serta memberikan pengarahan mengenai wawasan terkait cacat produk

Perbaikan dengan metode 5W + 1H pada Faktor Metode

**Tabel 5.** Perbaikan dengan metode 5W + 1H pada Faktor Metode

Jenis	5W + 1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan Utama	What (Apa)	Meninjau dan menetapkan SOP perusahaan untuk proses produksi gula
Alasan Kegunaan	Why (Mengapa)	Agar proses produksi menghasilkan produk yang berkualitas
Lokasi	Where (Dimana)	Di PT Madubar Madukismo di bagian produksi
Urutan	When (Kapan)	Setelah hasil validasi proses telah terlaksana dengan baik
Orang	Who (Siapa)	Tanggung jawab diserahkan kepada pemilik usaha
Metode	How (Bagaimana)	Melakukan percobaan penerapan SOP baru untuk mengetahui perkembangan atau perubahan yang terjadi

## Simpulan

Terdapat 3 jenis cacat yang ada di PT Madubar PG/PS Madukismo yaitu cacat gula basah, cacat warna tidak sesuai, cacat gula kotor. Cacat dominan yang berdasarkan diagram *pareto* yaitu cacat warna tidak sesuai. Penyebab cacat selama produksi yaitu faktor manusia kurang teliti, teledor, terburu-buru ngejar target pesanan. Faktor mesin kurangnya perawatan mesin. Faktor material yaitu bahan baku yang digunakan untuk produksi kurang baik. Bahan baku diperiksa dulu sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan agar kualitas dari bahan baku benar-benar baik. Faktor metode belum diterapkan SOP serta kurang pengawasan

Berdasarkan 5W + 1H dan *Kaizen Five Step Plan* diperlukan usulan perbaikan guna untuk mengurangi jumlah kecacatan pada produk gula. Oleh karena itu perlu diadakan pengawasan dan kontrol terhadap lima faktor (Manusia, mesin, metode, material, lingkungan) dengan *five step plan* (*Seiri, seiton, seisi, seiketsu, shitsuke*) dengan ketat sebagai berikut: Jaga bersih dan rapih area kerja, mesin, ruang produksi dan material; biasakan *briefing* pagi; biasakan cek material sebelum produksi; pastikan mesin kondisi baik dengan setting sesuai sebelum produksi; lakukan pengawasan bahan baku saat penyimpanan; terapkan *standard operating procedure* (SOP)

## Daftar Pustaka

- [1] S.Suhartini and M.Ramadhan, "Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Pada Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma dan Kaizen," *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 55, 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.2517.
- [2] W.Anggraini, I.Kusumanto, and A.Sutaryono, "Usulan peningkatan kualitas kain batik semi tulis menggunakan metode six sigma," *J. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 48–55, 2019, Accessed: Jun.18, 2022. [Online]. Available: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1295294&val=11322&title=Usulan Peningkatan Kualitas Kain Batik Semi Tulis menggunakan Metode Six Sigma>
- [3] M.Nur, Y. E. P.Dasneri, and A.Masari, "Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil (CPO) di PT. Sebang Multi Sawit," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 148–155, 2019, doi: 10.24014/jti.v5i2.8985.
- [4] D.Diniaty, "Analisis Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Masyarakat atau Pasien di RSUD Tengku Rafi'an Kabupaten Siak Menggunakan Metode Importance Performance ...," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. ...*, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/jti/article/view/5048>
- [5] A. M.Almansur, S.Sukardi, and M.Machfud, "Improving Performance of Biscuit Production Process Through Lean Six-Sigma At Pt Xyz," *Indones. J. Bus. Entrep.*, vol. 3, no. 32, pp. 77–89, 2017, doi: 10.17358/ijbe.3.2.77.
- [6] A.Basith, M.Indrayana, and J.Jono, "Analisis Kualitas Produk Velg Rubber Roll Dengan Metode Six Sigma Dan Kaizen," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–33, 2020, doi: 10.37631/jri.v2i1.128.
- [7] K.Nabila and R.Rochmoeljati, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dan Perbaikan Dengan Kaizen," *Juminten*, vol. 1, no. 1, pp. 116–127, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i1.27.
- [8] N.Hairiyah, "Penerapan Six Sigma dan Kaizen Untuk Memperbaiki Kualitas Roti di UD. CJ Bakery [Application of six sigma and kaizen to improve the bread quality In UD. CJ Bakery]," *J. Teknol. Ind. Has. Pertan.*, vol. 25, no. 1, p. 35, 2020, doi: 10.23960/jtihp.v25i1.35-43.
- [9] A.Prasetyo, Lukmandono, and R. M.Dewi, "Pengendalian Kualitas pada Spandek dengan Penerapan Six Sigma dan Kaizen Untuk Meminimasi Produk Cacat (Studi Kasus: PT. ABC)," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. IX, pp. 29–34, 2021.
- [10] E.Silalahi, A.Emaputra, and C. I.Parwati, "Analisis pengendalian kualitas produk sabun cuci piring menggunakan metode six sigma dan kaizen di cv master multi jaya," no. November, pp. 66–76, 2022.
- [11] S.Widjajanto and H.Hardi Purba, "Six Sigma Implementation in Indonesia Industries and Businesses: a Systematic Literature Review," *J. Eng. Manag. Ind. Syst.*, vol. 9, no. 1, pp. 23–34, 2021, doi: 10.21776/ub.jemis.2021.009.01.3.
- [12] A.Chiarini, "Lean Six Sigma and Industry 4.0 integration for Operational Excellence: evidence from Italian manufacturing companies," *Prod. Plan. Control*, vol. 32, no. 13, pp. 1084–1101, 2021, doi: 10.1080/09537287.2020.1784485.
- [13] M.Singh, "Analysis and prioritization of Lean Six Sigma enablers with environmental facets using best worst method: A case of Indian MSMEs," *J. Clean. Prod.*, vol. 279, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123592.
- [14] A.Scala, "Lean six sigma approach for reducing length of hospital stay for patients with femur fracture in a university hospital," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 6, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3390/ijerph18062843.
- [15] A. M.Ponsiglione, "A six sigma DMAIC methodology as a support tool for health technology assessment of two antibiotics," *Math. Biosci. Eng.*, vol. 18, no. 4, pp. 3469–3490, 2021, doi: 10.3934/MBE.2021174.
- [16] A.Belhadi, "The integrated effect of Big Data Analytics, Lean Six Sigma and Green Manufacturing on the environmental performance of manufacturing companies: The case of North Africa," *J. Clean. Prod.*, vol. 252, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119903.
- [17] S. M. C.Yeung, "Integrating SIPOC into programme management for quality assurance," *Int. J. Manag. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 159–172, 2010, doi: 10.1504/IJME.2010.030873.
- [18] B.Todd, "A novel long term telecommunication network planning framework using a SIPOC approach," *International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops*, pp. 236–242, 2013. doi: 10.1109/ICUMT.2013.6798432.
- [19] P.Mishra, "A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 31, no. 5, pp. 522–546,

- 2014, doi: 10.1108/IJQRM-06-2012-0089.
- [20] M. R.Irwanto, "SIPOC business model process to prevent plagiarism in an electronic journal," *Proceeding - 2017 3rd International Conference on Science in Information Technology: Theory and Application of IT for Education, Industry and Society in Big Data Era, ICSITech 2017*, vol. 2018. pp. 492–497, 2017. doi: 10.1109/ICSITech.2017.8257162.
  - [21] C.Brown, "Why and how to employ the SIPOC model," *J. Bus. Contin. Emerg. Plan.*, vol. 12, no. 3, pp. 198–210, 2019, [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85062885429](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85062885429)
  - [22] K.Liu, "High-Voltage Industry Expansion and Installation Process Optimization Based on SIPOC Model and Value Flow Analysis," *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 791. pp. 1235–1243, 2022. doi: 10.1007/978-981-16-4258-6\_151.
  - [23] E.Klumbyte, "A SIPOC based model for the sustainable management of facilities in social housing," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 410, no. 1. 2020. doi: 10.1088/1755-1315/410/1/012081.
  - [24] F.Ahmad, "Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm," *Jisi Um*, vol. 6, no. 1, p. 7, 2019.
  - [25] U.Tarigan, U. P. P.Tarigan, I. H.Rahman, andI.Rizkya, "Design of facility layout with lean service and market basket analysis method to simplification of service process in the supermarket," in *MATEC Web of Conferences*, 2018, pp. 1–4. doi: 10.1051/mateconf/201819714006.
  - [26] K. W.Triastuti, F. N.Azizah, andW.Wahyudin, "Usulan Perbaikan Indikator Produktivitas Berdasarkan Analisis Menggunakan Objective Matrix dan Traffic Light System (Studi Kasus: PD. ABC)," *J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 3, pp. 268–279, 2021, doi: 10.25105/jti.v11i3.13085.
  - [27] A.Nuryono, "Analisis Efektifitas Kinerja Excavator Pada Aktifitas Ob Removal Penambangan Batubara Menggunakan Metode OEE," *J. Ind. Manuf.*, vol. 3, no. 2, pp. 79–88, 2018.