

PERENCANAAN PENGENDALIAN KUALITAS WAFER STICK MELALUI PENERAPAN METODE SIX SIGMA (STUDI KASUS DI PT. XYZ)

QUALITY CONTROL PLANNING OF WAFER STICK USING SIX SIGMA METHODOLOGY (CASE STUDY IN PT. XYZ)

Novriansyah¹, Otik Nawansih¹, Pramita Sari Anungputri¹, Harun Al Rasyid¹, Esa
Ghanim Fadhallah^{1*}, Prasetyo Hadi Utomo¹

¹ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

* penulis korespondensi: esa.ghanim@fp.unila.ac.id

Tanggal masuk: 19 Juli 2025

Tanggal diterima: 25 September 2025

Abstract

PT XYZ is a company that manufactures wafer sticks. This research aimed to determine the defects per million opportunities (DPMO) and sigma level, identify the dominant defect types, and pinpoint the root causes of defects in wafer sticks using the Six Sigma methodology. A descriptive research method was employed, involving collecting production and defect data over one month. Data analysis used the Six Sigma method's DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) phases. Three primary defect types leading to product rejection were identified in the define phase: unrolled, empty, and broken wafer sticks. The measure phase revealed average DPMO and sigma level values of 10,716 and 3.8145 for February 2023, and 12,110 and 3.7936 for March 2023. Pareto analysis during the analysis phase indicated that unrolled wafer sticks were the most prevalent defect in both February and March, with defect quantities of 2,397 kg and 1,682 kg, respectively. A cause-and-effect diagram identified factors contributing to these defects, including aging machinery resulting in unstable roll machine rotation, inadequate employee understanding of Standard Operating Procedures (SOPs), excessively thick cream dough causing clumping, employee fatigue, and an uncomfortable work environment due to high production room temperatures. As improvement recommendations, the study suggests implementing routine machine maintenance, providing employee training, developing clear SOPs, and developing a more comfortable working environment.

Keywords: defect, improvement recommendations, products, six sigma, Pareto diagram

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi wafer *stick*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO), level sigma, serta mengidentifikasi jenis cacat dominan dan faktor penyebab cacat pada wafer *stick* menggunakan metode Six Sigma. Metode penelitian yang digunakan bersifat deskriptif, dengan pengumpulan data produksi dan cacat produk selama satu bulan. Analisis data dilakukan berdasarkan tahapan metode Six Sigma, yaitu *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control* (DMAIC). Pada tahap *define*, ditemukan tiga jenis cacat utama yang menyebabkan produk ditolak, yaitu wafer *stick* tidak tergulung, wafer *stick* kosong, dan wafer *stick* patah. Tahap *measure* menunjukkan level sigma dan nilai rata-rata DPMO pada Februari 2023 masing-masing sebesar 3,8145 dan 10.716, sedangkan pada Maret 2023 sebesar 3,7936 dan 12.110. Analisis pada tahap *analyze* menggunakan diagram Pareto mengungkapkan bahwa cacat



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

tertinggi pada Februari dan Maret 2023 adalah wafer *stick* tidak tergulung, dengan jumlah cacat masing-masing sebesar 2.397 kg dan 1.682 kg. Berdasarkan diagram sebab-akibat, faktor penyebab cacat meliputi kondisi mesin yang sudah tua sehingga putaran *roll* menjadi tidak stabil, kurangnya pemahaman karyawan terhadap SOP, adonan krim yang terlalu kental hingga menggumpal, kelelahan karyawan, dan lingkungan kerja yang kurang nyaman akibat suhu ruang produksi yang tinggi. Sebagai rekomendasi perbaikan, disarankan untuk melakukan perawatan mesin secara rutin dan terjadwal, memberikan pelatihan kerja kepada karyawan, menyusun SOP yang jelas, dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman.

Kata kunci: cacat produk, diagram pareto, peningkatan, *six sigma*

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya industri makanan di era modern ini, persaingan antar produsen untuk menghasilkan produk berkualitas menjadi semakin ketat. Kualitas produk makanan tidak hanya menentukan kepuasan konsumen, tetapi juga memengaruhi keberlanjutan relasi kerja sama dengan mitra bisnis. Rimantho dan Mariani (2017) menjelaskan bahwa kualitas merupakan parameter yang penting bagi konsumen dalam pemilihan produk. Konsumen lebih menginginkan produk dengan kualitas yang baik dan prima, harga terjangkau, bervariasi, dan mudah didapatkan. Oleh karena itu, pengendalian kualitas menjadi upaya yang esensial dalam menjaga mutu produk agar tetap kompetitif di pasar. Salah satu metode yang efektif untuk pengendalian kualitas adalah Six Sigma, yang dapat meminimalisir kecacatan produk dan menekan biaya produksi (Safrizal dan Muhajir, 2016).

Six Sigma dikenal sebagai metode pengendalian kualitas yang sering diterapkan di berbagai perusahaan. Metode ini berfokus pada identifikasi *critical to quality* (CTQ) dalam suatu proses produksi sehingga solusi untuk masalah produksi dapat ditemukan (Caesaron dan Tandianto, 2020). Strategi ini tidak hanya mengurangi *waste* atau pemborosan dan biaya produksi yang berlebih, tetapi juga mampu meningkatkan efektivitas kegiatan produksi, sehingga dapat memenuhi kepuasan pelanggan (Sirine et al., 2017). Penerapan Six Sigma di industri pangan untuk pengendalian kualitas sangat tepat karena umumnya produk yang dihasilkan di industri memiliki konsistensi dimensi, sehingga kecacatan pada produk mudah teridentifikasi. Pendekatan ini terdiri dari lima tahapan yang dikenal dengan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) (Mittal et al., 2023). Tahap *define* bertujuan mendefinisikan masalah dan proses kunci. *Measure* mengukur karakteristik kualitas produk. *Analyze* mengidentifikasi penyebab utama kecacatan produk. *Improve* menetapkan rencana perbaikan proses, dan *control* memastikan keberlanjutan perbaikan melalui dokumentasi dan implementasi prosedur yang telah distandarisasi.

Penerapan metode Six Sigma telah berhasil meningkatkan kualitas produk di berbagai sektor. Penelitian Salomon et al. (2015) menunjukkan penurunan tingkat *reject* dari 3,57% menjadi 1,09% di Department Injection PT KG setelah penerapan six sigma. Rimantho dan Mariani (2017) melaporkan adanya

peningkatan level Sigma dari 3,3 menjadi 4,09 pada pengendalian air bersih. Kusumawati dan Fitriyeni (2017) melaporkan tingkat Sigma sebesar 5,1 pada pengemasan gula, dengan penyebab utama kerusakan adalah ketidaktepatan tenaga kerja. Penelitian Hairiyah et al. (2020) pada kualitas roti UD CJ menunjukkan penurunan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dari 259.333 menjadi 115.600. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Ariandi et al. (2020) dan Izzah dan Rozi (2019), yang menunjukkan bahwa penerapan Six Sigma secara konsisten mampu mengurangi tingkat cacat produk secara signifikan.

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur pangan yang memproduksi wafer stick dengan merek "A", berlokasi di Kabupaten Tangerang. Perusahaan ini menghadapi masalah tingkat kecacatan produk yang melebihi ambang toleransi 3%, seperti wafer stick kosong, tidak tergulung, dan patah. Berdasarkan data Januari hingga Mei 2022, persentase produk cacat konsisten berada di atas 3%. Walaupun produk wafer telah tersertifikasi SNI 2973:2011, hingga saat ini, PT. XYZ belum menerapkan metode Six Sigma untuk mengatasi permasalahan tersebut. Oleh karena itu, penerapan Six Sigma dengan pendekatan DMAIC menjadi solusi yang tepat untuk mengurangi tingkat kecacatan dan meminimalkan kerugian akibat produk *defect*, sehingga upaya perencanaan pengendalian kualitas menjadi langkah awal yang penting untuk dikaji.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang muncul dalam proses produksi wafer stick pada tahap *define*, menentukan nilai DPMO dan sigma level pada tahap *measure*, serta menganalisis cacat dominan menggunakan *pareto diagram* dan melakukan identifikasi faktor penyebab cacat produk dengan diagram sebab-akibat di tahap *analyze*. Selain itu, penelitian ini memberikan rekomendasi perbaikan pada tahap *improve* untuk membantu perusahaan mengurangi tingkat kecacatan produk secara efektif.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan selama 1 bulan pada bulan Maret 2023 yang bertempat di PT. XYZ, Kabupaten Tangerang. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan teknik survei langsung di lapangan. Data yang digunakan adalah data primer berupa hasil produksi dan cacat produk wafer stick pada bulan Februari dan Maret 2023, serta data sekunder yang diperoleh dari literatur, jurnal, dan wawancara dengan pihak perusahaan. Data yang sudah dikumpulkan selanjutnya dianalisis dengan mengimplementasikan metode Six Sigma.

Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggabungkan observasi langsung dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses produksi di PT. XYZ. Data primer berupa hasil produksi dan cacat produk wafer stick dikumpulkan setiap hari melalui *check sheet* produksi.

Semua produk cacat kemudian dikategorikan dan ditimbang untuk mendapatkan data yang akurat. Sebagai pelengkap, studi literatur dilakukan dengan merujuk pada berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, skripsi, dan artikel terkait untuk memperoleh landasan teori dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai topik penelitian.

Analisis Data menggunakan Implementasi Metode Six Sigma

Define

Pada tahap ini, fokus utama adalah mengidentifikasi proporsi cacat produk yang paling signifikan dan menjadi akar penyebab permasalahan kualitas produksi. Proses yang dilakukan meliputi: pertama, mendefinisikan standar kualitas produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Kedua, merancang rencana tindakan perbaikan berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data yang telah diperoleh. Terakhir, menetapkan tujuan peningkatan kualitas yang spesifik dan terukur sesuai dengan prinsip-prinsip Six Sigma, dengan harapan dapat mengurangi tingkat cacat produk secara signifikan.

Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui kemampuan proses saat ini dan dijadikan tolak ukur perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan. Pengukuran atau perhitungan secara statistik yang dilakukan pada tahap ini yaitu pengukuran level Sigma dan DPMO, serta identifikasi proses menggunakan peta kendali (*p-chart*) atau *control chart*. Pengukuran tersebut dilakukan dengan menggunakan data *baseline* yang dimiliki perusahaan berupa data kuantitas produksi dan cacat produk.

Pengukuran level Sigma dilakukan secara bertahap yang dimulai dengan menghitung DPU (*defect per unit*), TOP (*total opportunities*), DPO (*defect per opportunities*), dan DPMO (*defect per million opportunities*), yang masing-masing dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPU = \frac{\text{defect (D)}}{\text{unit produced (U)}} \dots\dots\dots(1)$$

$$TOP = U \times \text{aspek kualitas} \dots\dots\dots(2)$$

$$DPO = \frac{\text{Jumlah cacat}}{TOP} \dots\dots\dots(3)$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \dots\dots\dots(4)$$

Selanjutnya, level Sigma diukur dengan mengonversi nilai DPMO dari hasil perhitungan rumus (4) ke Tabel Sigma.

Identifikasi proses menggunakan peta kendali (*p-chart*) mengacu pada Siregar et al. (2019). Data total produksi dan cacat produk di PT. XYZ dikumpulkan dalam kurun waktu 2 bulan, yaitu Februari dan Maret 2023. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan karakteristik dengan menghitung nilai proporsi kecacatan (*p*) dan nilai *center limit* (CL) atau batas Tengah.

Nilai proporsi kecacatan dihitung dengan membagi jumlah produksi per hari (*np*) dengan total kecacatan produk per hari (*n*). Nilai CL dihitung dengan

jumlah total produksi (Σnp) dibagi jumlah total kecacatan produk (Σn). Selanjutnya ditentukan batas kendali terhadap pengawasan yang dilakukan dengan menghitung nilai *Upper Control Limit* (UCL) atau batas spesifikasi atas, dan nilai *Lower Control Limit* (LCL) atau batas spesifikasi bawah. Perhitungan UCL dan LCL menggunakan taraf signifikansi sebesar 99,73%. Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan nilai p, CL, UCL, dan LCL masing-masing adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{np}{n} \dots\dots\dots(5)$$

$$CL = \frac{\Sigma np}{\Sigma n} \dots\dots\dots(6)$$

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1-CL)}{n}} \dots\dots\dots(7)$$

$$LCL = CL - 3 \sqrt{\frac{CL(1-CL)}{n}} \dots\dots\dots(8)$$

Analyze

Tahap analisis dimulai dengan menggunakan diagram Pareto untuk mengurutkan jenis cacat produk berdasarkan frekuensinya. Hal ini dilakukan setelah data cacat produk diperoleh dari diagram kendali. Dengan demikian, dapat diketahui jenis cacat mana yang paling sering terjadi dan menjadi perhatian utama. Selanjutnya, diagram sebab akibat (*fishbone*) digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari cacat-cacat tersebut secara lebih mendalam. Diagram ini membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk, seperti manusia (*man*), mesin (*machine*), bahan baku (*material*), metode (*methods*), dan lingkungan kerja (*mother nature*).

Improve

Tahap *improve* dalam Six Sigma melibatkan pengukuran kinerja saat ini (termasuk peluang terjadinya cacat dan kemampuan proses), penyusunan rekomendasi perbaikan, analisis mendalam terhadap rekomendasi tersebut, dan pelaksanaan tindakan perbaikan yang telah disepakati.

Control

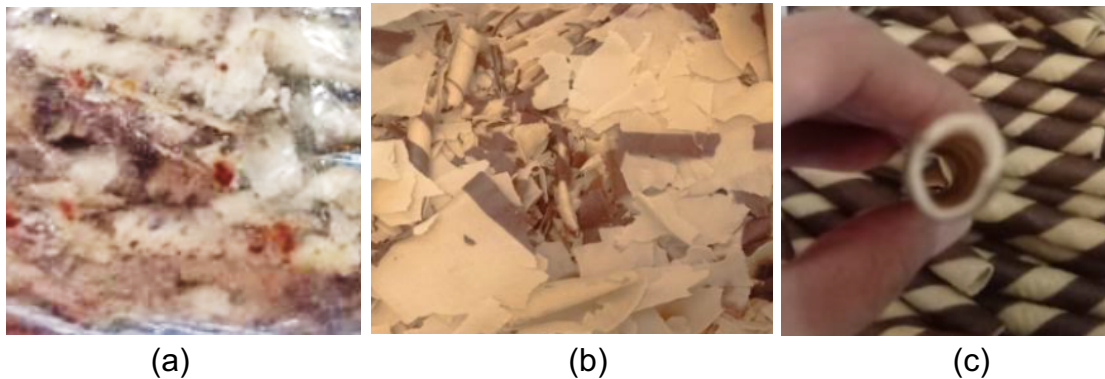
Tahap *control* bertujuan untuk mempertahankan tingkat kinerja yang telah ditingkatkan agar tetap konsisten. Hal ini dilakukan dengan cara mendokumentasikan prosedur baru, memantau kinerja secara berkala, dan melakukan penyesuaian jika diperlukan. Dokumentasi ini juga berguna sebagai referensi untuk perbaikan proses selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan produk cacat

Kegiatan produksi di PT. XYZ masih mengalami beberapa permasalahan yang menyebabkan terjadinya kecacatan produk yang dihasilkan. Cacat produk yang terjadi pada produk wafer *stick* di PT. XYZ yaitu adanya wafer *stick* yang

patah, wafer *stick* yang tidak tergulung, dan wafer *stick* kosong. Wafer *stick* yang mengalami cacat produk atau *reject* akan dikumpulkan menjadi satu sesuai dengan jenis cacatnya. Wafer *stick* yang mengalami kerusakan selanjutnya akan ditimbang beratnya oleh karyawan. Hasil penimbangan akan menjadi laporan harian yang dimasukkan ke dalam *check sheet* kegiatan produksi. Visualisasi ketiga jenis produk cacat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis cacat produk pada PT. XYZ (a) wafer *stick* patah, (b) wafer *stick* tidak tergulung, dan (c) wafer *stick* kosong.

Penerapan Six Sigma

Define

Tahap *define* merupakan langkah awal dalam mendefinisikan permasalahan penyebab cacat produk dalam proses produksi wafer *stick* di PT. XYZ. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap ini mencakup mendefinisikan permasalahan atau penyebab utama cacat, menentukan output atau rencana perbaikan pada proses inti pembuatan wafer *stick*, serta menetapkan sasaran dan tujuan penerapan metode *six sigma* untuk pengendalian kualitas produk. Berdasarkan hasil observasi lapangan, terdapat tiga jenis cacat utama yang berhasil diidentifikasi, yaitu wafer *stick* patah, wafer *stick* tidak tergulung, dan wafer *stick* kosong.

Wafer *stick* patah terjadi akibat kesalahan tenaga kerja saat memasukkan wafer *stick* secara manual ke dalam mesin pengemasan, yang menyebabkan wafer *stick* menjadi rentan patah. Wafer *stick* tidak tergulung disebabkan oleh kondisi mesin *Oven For Roll* (OFR) yang sudah tua, sehingga perputaran mesin menjadi tidak stabil. Ketidakstabilan ini menyebabkan *sheet* wafer matang terlepas dari mesin *roll*, sehingga gulungan wafer *stick* tidak terbentuk dengan sempurna. Sementara itu, wafer *stick* kosong terjadi karena tersumbatnya mesin penyalur isian wafer. Penyumbatan ini diakibatkan oleh adonan isian yang terlalu kental atau adanya bahan adonan yang menggumpal di dalam mesin.

Setelah jenis cacat teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah mendefinisikan *output* atau rencana perbaikan proses inti pembuatan wafer *stick*.

Upaya perbaikan yang diusulkan meliputi pembaruan mesin-mesin produksi yang sudah tua, peningkatan keterampilan tenaga kerja, serta pelaksanaan monitoring terhadap kualitas tenaga kerja dan penerapan prosedur kerja yang lebih terarah.

Tahapan terakhir dalam proses *define* adalah penetapan sasaran dan tujuan penerapan metode *six sigma* untuk mengendalikan kualitas produk wafer *stick*. Berdasarkan hasil observasi, tujuan utama adalah menekan tingkat cacat produk wafer *stick* hingga berada di bawah batas toleransi perusahaan sebesar 3% dan bila memungkinkan mendekati nol persen.

Measure

Tahap *measure* dalam pendekatan *six sigma* dilakukan untuk mengukur tingkat kecacatan produk dan menentukan langkah pengendalian kualitas. Pada tahap ini, *Critical to Quality* (CTQ) yang menjadi indikator utama kecacatan produk diidentifikasi, yaitu wafer *stick* patah, wafer *stick* tidak tergulung, dan wafer *stick* kosong. Hasil laporan produksi wafer *stick* di PT. XYZ pada bulan Februari dan Maret 2023 disajikan pada Tabel 1.

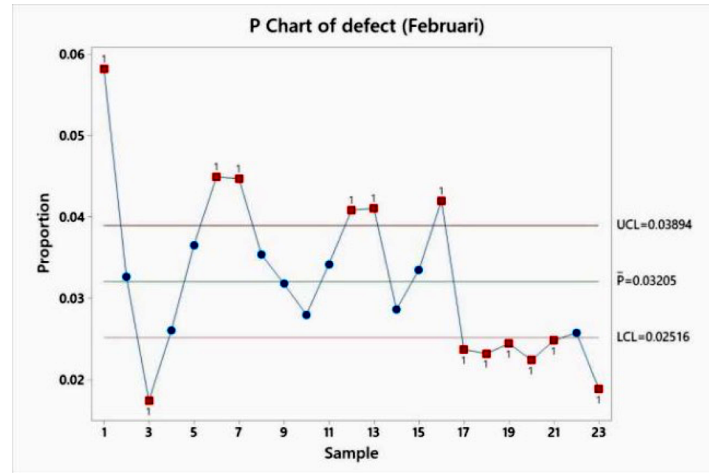
Tabel 1. Laporan produksi wafer *stick*

Bulan	Total hasil produksi (kg)	Total produk cacat (kg)	Persen cacat (%)
Februari	135201	4333	3.20
Maret	110955	3509	3.16

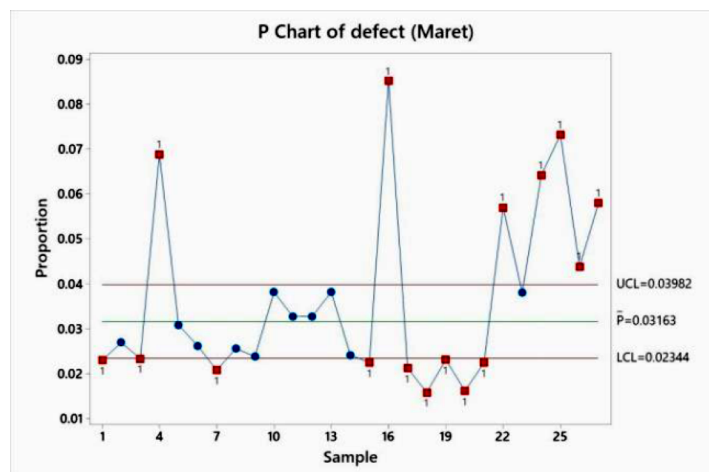
Berdasarkan hasil pengukuran, persentase kecacatan produk pada bulan Februari 2023 mencapai 3,20% dan pada bulan Maret 2023 sebesar 3,16%, yang mana keduanya melebihi ambang toleransi perusahaan sebesar 3%. Dari total cacat produk pada kedua bulan tersebut, jenis cacat yang paling dominan adalah wafer *stick* tidak tergulung, diikuti oleh wafer *stick* kosong, dan terakhir wafer *stick* patah. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam produksi wafer *stick* terkait dengan stabilitas mesin yang sudah tua dan kondisi proses produksi yang belum optimal.

Perhitungan tingkat sigma dan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) selama periode Februari dan Maret menunjukkan bahwa rata-rata nilai *sigma* masih berada pada kisaran 3,8 dengan nilai DPMO masing-masing sebesar 10.716 untuk bulan Februari dan 12.110 untuk bulan Maret. Nilai ini masih jauh dari standar *six sigma* ideal, yaitu level 6 sigma dengan DPMO sebesar 3,4. Hasil ini mengindikasikan bahwa proses produksi masih memerlukan perbaikan signifikan untuk mengurangi tingkat cacat produk dan meningkatkan efisiensi. Menurut Purba et al. (2021), level Sigma menjadi indikator kemampuan proses produksi suatu industri dalam menghasilkan cacat, dimana pada level atau skor yang lebih tinggi mengindikasikan semakin terkendali proses produksi yang dilakukan.

Identifikasi proses dengan peta kendali menunjukkan bahwa produksi wafer stick pada kedua bulan tersebut belum berada dalam batas kendali yang ideal. Peta kendali bulan Februari dan Maret masing-masing disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 2. Peta kendali bulan Februari 2023



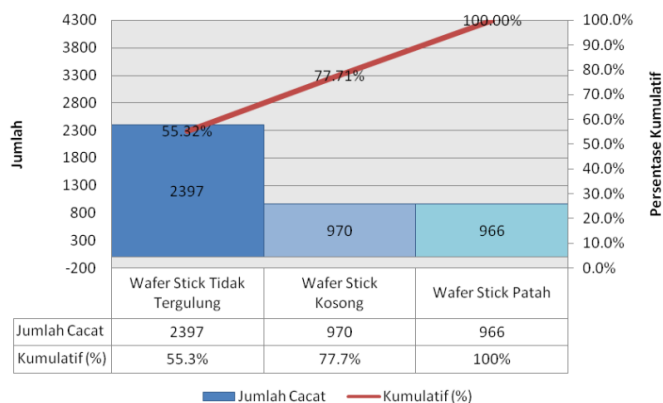
Gambar 3. Peta kendali bulan Maret 2023

Hasil analisis peta kendali menunjukkan adanya pola titik-titik yang fluktuatif dan tidak beraturan, yang mengindikasikan bahwa proses produksi masih belum terkendali secara optimal. Pada bulan Februari, nilai *Central Limit* (CL) tercatat sebesar 0,03205, dengan *Upper Control Limit* (UCL) sebesar 0,03894 dan *Lower Control Limit* (LCL) sebesar 0,02516. Selama periode ini, sebagian besar kegiatan produksi berada di luar batas kendali. Terdapat beberapa hari produksi yang berada di bawah batas kendali bawah (LCL), yaitu pada hari ke-3, 17, 18, 19, 20, 21, dan 23. Selain itu, terdapat pula hari produksi yang berada di atas batas kendali atas (UCL), yaitu pada hari ke-1, 6, 7, 12, 13, dan 16. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses produksi memerlukan perbaikan untuk memastikan seluruh titik data berada dalam batas kendali.

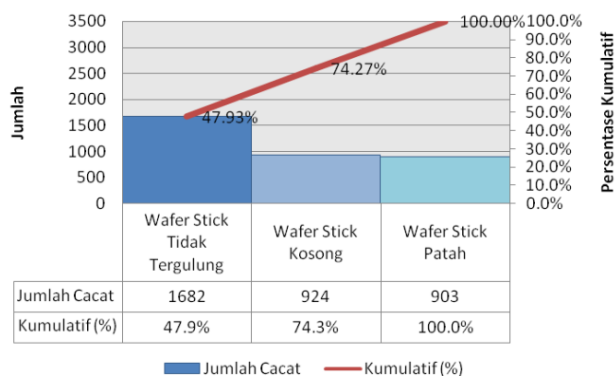
Pada bulan Maret, nilai CL tercatat sebesar 0,03163, dengan UCL sebesar 0,03982 dan LCL sebesar 0,02344. Pola peta kendali pada bulan ini juga menunjukkan ketidakstabilan yang serupa. Sebanyak sembilan titik data produksi berada di bawah batas kendali bawah (LCL), sedangkan tujuh titik lainnya berada di atas batas kendali atas (UCL) dari total 27 hari produksi. Ketidakstabilan ini mempertegas bahwa proses produksi belum terkendali dengan baik dan masih jauh dari kondisi *zero defect*.

Analyze

Tahap *analyze* dalam pengendalian kualitas produk menggunakan metode *six sigma* bertujuan untuk menganalisis jenis cacat yang paling dominan serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya. Proses analisis telah dilakukan dengan menggunakan diagram Pareto untuk menentukan prioritas jenis cacat yang perlu diperbaiki, dan dilanjutkan dengan analisis diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan. Menurut Ishak et al. (2021), analisis diagram Pareto digunakan untuk memprioritaskan masalah dan dapat menentukan keberhasilan dari penerapan Six Sigma. Hasil analisis menggunakan diagram Pareto pada bulan Februari dan Maret disajikan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Diagram Pareto jenis cacat (Februari 2023)

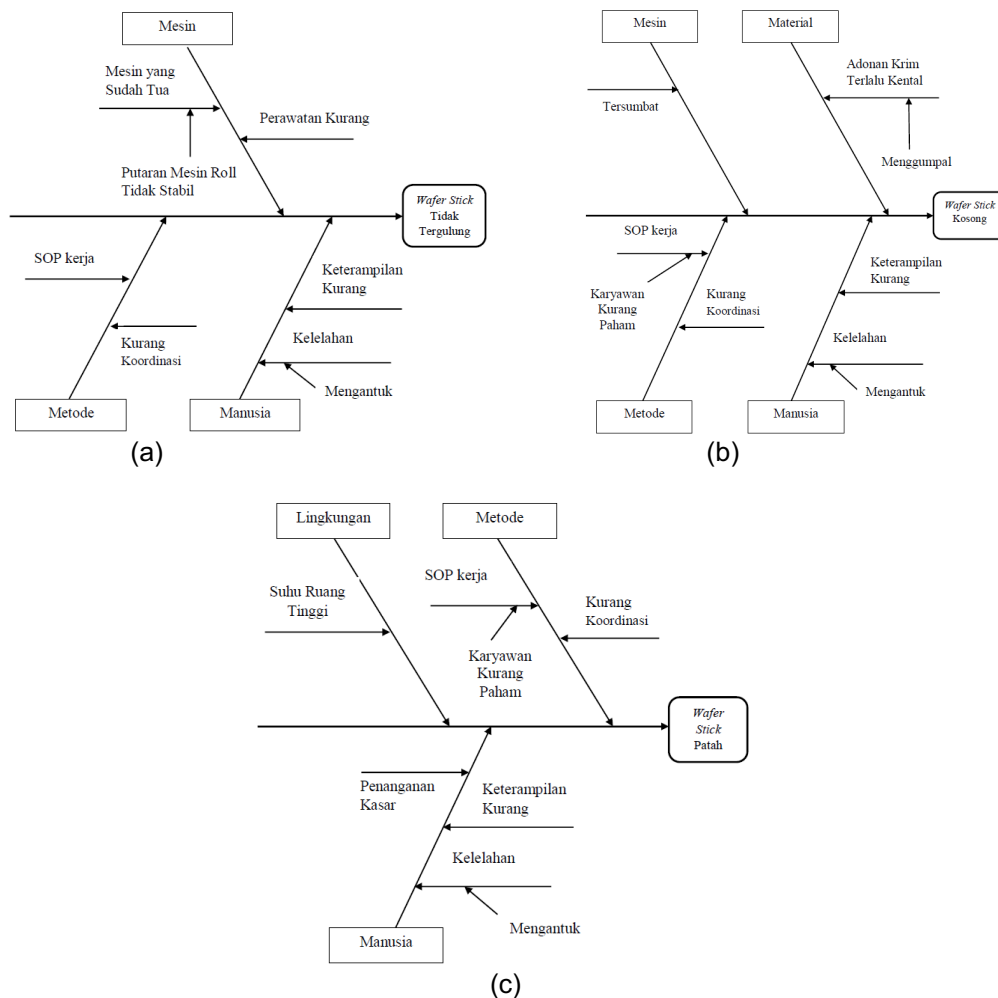


Gambar 5. Diagram Pareto jenis cacat (Maret 2023)

Berdasarkan data yang dianalisis menggunakan diagram Pareto, jenis cacat wafer *stick* tidak tergulung menjadi jenis cacat yang paling dominan dibandingkan dengan wafer *stick* kosong dan wafer *stick* patah. Pada bulan Februari, persentase cacat wafer *stick* tidak tergulung mencapai 53,32% dengan total cacat sebanyak 2.397 kg, diikuti oleh cacat wafer *stick* kosong sebesar 22,4% (970 kg) dan wafer *stick* patah sebesar 22,3% (966 kg). Sementara itu, pada bulan Maret, cacat wafer *stick* tidak tergulung tercatat sebesar 47,9% dengan total cacat 1.682 kg, diikuti oleh wafer *stick* kosong sebesar 26,3% (924 kg) dan wafer *stick* patah sebesar 25,7% (903 kg). Hasil penelitian ini sejalan dengan Prastya (2024) yang melaporkan 3 jenis cacat tertinggi yang ditemukan pada produk wafer di PT Mayora Indah Tbk, yaitu wafer patah (25%), berat kemasan tidak sesuai (25%), dan *packing* tidak sempurna (29%). Berdasarkan analisis ini, dapat diketahui bahwa cacat wafer *stick* tidak tergulung menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan. Selain itu, cacat wafer *stick* kosong juga memerlukan perhatian khusus agar persentase total kecacatan dapat diminimalkan secara signifikan.

Selanjutnya, analisis dilakukan menggunakan diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan pada produksi wafer *stick* di PT. XYZ. Diagram sebab-akibat ini mencakup lima kategori utama, yaitu faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan, yang semuanya berkontribusi terhadap kualitas akhir produk. Hasil analisis menggunakan diagram *fishbone* untuk jenis cacat wafer *stick* tidak tergulung, wafer *stick* kosong, dan wafer *stick* patah, masing-masing disajikan pada Gambar 6.

Hasil analisis menggunakan diagram sebab-akibat pada Gambar 6 menunjukkan bahwa terdapat faktor yang berbeda yang menjadi penyebab pada tiap jenis cacat. Cacat wafer *stick* tidak tergulung disebabkan oleh tiga faktor utama, yaitu mesin, manusia, dan metode. Mesin yang sudah tua menjadi masalah serius yang memengaruhi stabilitas produksi. Faktor manusia juga berkontribusi, khususnya dalam pengaturan dan pengoperasian mesin. Selain itu, metode yang digunakan perlu ditingkatkan untuk memastikan proses berjalan sesuai standar. Cacat wafer *stick* kosong diakibatkan oleh empat faktor, yaitu mesin, material, manusia, dan metode. Mesin *nozzle* sering tersumbat akibat material krim yang terlalu kental atau menggumpal, sehingga menyebabkan distribusi isian tidak merata. Selain itu, metode pengolahan dan pengendalian material perlu ditingkatkan untuk mencegah masalah ini. Cacat wafer *stick* patah disebabkan oleh tiga faktor utama, yaitu lingkungan, manusia, dan metode. Zhenjing et al. (2022) menyebutkan bahwa faktor lingkungan seperti suhu udara yang tinggi, dapat mempengaruhi konsentrasi karyawan selama proses produksi. Selain itu, faktor manusia juga berperan, terutama jika karyawan tidak fokus atau bekerja terlalu tergesa-gesa, sehingga berisiko meningkatkan kerusakan fisik produk. Metode kerja yang kurang terstandarisasi juga menjadi faktor penyebab cacat ini.



Gambar 6. Diagram sebab-akibat jenis cacat (a) wafer stick tidak tergulung, (b) wafer stick kosong, dan (c) wafer stick patah

Identifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan ini sesuai dengan Yuanita (2018), yang menyatakan bahwa dalam diagram sebab-akibat, faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan menjadi kategori utama yang memengaruhi kualitas produk. Oleh karena itu, perusahaan perlu memberikan perhatian lebih terhadap perbaikan pada mesin, peningkatan keterampilan karyawan, dan penerapan metode kerja yang lebih terarah untuk menekan angka kecacatan serta mendekati kondisi *zero defect*.

Improve

Tahap selanjutnya dalam pengendalian kualitas dengan pendekatan Six Sigma adalah tahap *improve*. Pada tahap ini, kegagalan atau kecacatan produk yang terjadi perlu diperbaiki untuk meminimalkan kerugian yang timbul dari proses produksi. Setelah mengidentifikasi penyebab-penyebab kecacatan produk wafer stick di PT. XYZ melalui analisis diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dan *focus group discussion* (FGD) dengan pihak perusahaan dan

karyawan, beberapa rekomendasi perbaikan dirumuskan untuk menekan tingkat kecacatan produk. Hasil diskusi untuk merumuskan tindakan perbaikan tiap jenis cacat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Usulan tindakan perbaikan

Jenis cacat	Faktor penyebab	Usulan perbaikan
Wafer stick tidak tergulung	Mesin	• Melakukan perawatan dan pemeriksaan mesin produksi secara teratur. • Memberikan pelumas secara berkala dan sesuai terhadap mesin agar putaran mesin stabil. • Memperbaiki dan selalu mengontrol setting mesin yang tidak pas.
	Manusia	• Memberikan motivasi kerja kepada karyawan. • Memberikan pelatihan kerja kepada karyawan. • Melakukan pengawasan terhadap kinerja karyawan. • Memberikan <i>reward</i>/bonus kepada karyawan yang memiliki kinerja baik.
	Metode	• Memberikan intruksi kerja yang jelas kepada karyawan terkait pengoperasian mesin. • Memberikan pengarahan terhadap perawatan mesin.
Wafer stick kosong	Material	• Melakukan pengecekan material krim wafer agar tidak terlalu kental sebelum dimasukkan ke wafer.
	Mesin	• Melakukan perawatan dan pemeriksaan mesin produksi secara teratur. • Memberikan pelumas secara berkala dan sesuai terhadap mesin agar putaran mesin stabil. • Memperbaiki dan selalu mengontrol <i>settingan</i> mesin yang tidak pas.
	Manusia	• Memberikan motivasi kerja kepada karyawan. • Memberikan pelatihan kerja kepada karyawan. • Melakukan pengawasan terhadap kinerja karyawan. • Memberikan <i>reward</i>/bonus kepada karyawan yang memiliki kinerja baik. • Mengatur jadwal kerja yang lebih terorganisir
	Metode	• Memberikan intruksi kerja yang jelas kepada karyawan terkait pengoperasian mesin. • Memberikan pengarahan terhadap perawatan mesin. • Memberikan solusi kepada karyawan dalam menghadapi permasalahan mesin, ketika mesin mengalami masalah secara mendadak.
Wafer stick patah	Manusia	• Memberikan motivasi kerja kepada karyawan. • Memberikan pelatihan kerja kepada karyawan. • Melakukan pengawasan terhadap kinerja karyawan. • Memberikan <i>reward</i>/bonus kepada karyawan yang memiliki kinerja baik. • Mengatur jadwal kerja yang lebih terorganisir
	Metode	• Memberikan intruksi kerja yang jelas kepada karyawan terkait pengoperasian mesin. • Memberikan pengarahan terhadap perawatan mesin. • Memberikan solusi kepada karyawan dalam menghadapi permasalahan mesin, ketika mesin mengalami masalah secara mendadak.
	Lingkungan	• Memberikan tempat produksi yang nyaman bagi pekerja • Menyiapkan APD untuk para pekerja

Berdasarkan Tabel 2, diketahui penyebab cacat produk yang teridentifikasi meliputi faktor mesin, manusia, metode, material, dan lingkungan. Faktor mesin berhubungan dengan umur dan intensitas penggunaan mesin. Mesin yang sudah tua memiliki kinerja yang kurang optimal, terutama jika tipe mesin yang digunakan belum merupakan tipe terbaru. Oleh karena itu, diperlukan perawatan mesin yang baik dan benar, seperti pemberian pelumas secara berkala untuk menjaga stabilitas perputaran mesin. Menurut Musyafa'ah dan Sofiana (2022), perawatan mesin ringan secara rutin dapat meningkatkan kinerja mesin secara signifikan. Selain itu, penerapan *Total Productive Maintenance* atau TPM, dapat mendukung tahap *improve* dalam Six Sigma sehingga berkontribusi dalam menurunkan jumlah produk cacat.

Faktor manusia berkaitan dengan kinerja karyawan. Kinerja yang kurang maksimal dapat berdampak negatif pada proses produksi. Solusinya adalah memberikan pelatihan kerja agar karyawan memiliki keterampilan yang lebih baik. Selain itu, pemberian penghargaan atau *reward* bagi karyawan yang berprestasi dapat meningkatkan motivasi mereka untuk bekerja secara optimal. Hal ini sejalan dengan Liana et al. (2024), yang menyatakan bahwa *reward* merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan motivasi dan prestasi seseorang. Aditya dan Puspitasari (2023) menambahkan salah satu saran untuk perbaikan *defect* produk wafer *roll* pada faktor manusia diantaranya memberikan training kepada operator tentang pemahaman standar perusahaan.

Faktor metode berhubungan dengan instruksi kerja yang belum dipahami secara jelas oleh karyawan. Karyawan yang tidak memahami instruksi kerja dengan baik cenderung melakukan kesalahan dalam pengoperasian mesin. Hal ini selaras dengan temuan Mittal et al. (2023) yang melaporkan bahwa ketidakjelasan instruksi kerja maupun kurangnya supervisi dari atasan kepada karyawan memiliki dampak terhadap dihasilkannya produk cacat. Untuk mengatasi hal ini, perlu disediakan instruksi kerja yang jelas serta pengarahan terkait pengoperasian dan perawatan mesin. Menurut Aditya dan Puspitasari (2023) salah satu saran untuk perbaikan *defect* produk wafer *roll* pada faktor metode yaitu melakukan pembersihan alat klem secara periodik.

Faktor material mencakup bahan adonan kulit wafer dan krim isian wafer. Adonan yang terlalu kental dapat menyebabkan penyumbatan pada mesin nozzle saat pengisian krim. Oleh karena itu, diperlukan pengecekan dan penetapan standar komposisi bahan untuk memastikan adonan memiliki konsistensi yang sesuai. Aditya dan Puspitasari (2023) menambahkan salah satu saran untuk perbaikan *defect* produk wafer *roll* pada faktor bahan yaitu selalu melakukan pemeriksaan mutu bahan baku sebelum diproduksi. Andriani et al. (2019) melaporkan bahwa kadar air kulit wafer yang dihasilkan juga menjadi penyebab wafer menjadi cacat.

Faktor lingkungan berkaitan dengan kenyamanan ruang kerja. Suhu udara yang tinggi di area produksi dapat mengganggu konsentrasi karyawan, sehingga

berpotensi meningkatkan kecerobohan. Shammout (2021) menjelaskan bahwa lingkungan kerja dengan kondisi yang optimal sangat penting untuk mempertahankan tingkat kinerja karyawan serta menghindari stres yang berpotensi merugikan performa kerja. Kondisi lingkungan perlu disesuaikan agar karyawan bisa bekerja dengan optimal. Solusi yang dapat dilakukan adalah menambah fasilitas seperti kipas angin di setiap sudut ruangan dan menyediakan alat pelindung telinga untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman.

Control

Control merupakan tahap terakhir dalam pengendalian kualitas dengan penerapan metode *Six Sigma*. Tahap ini menekankan pada pendokumentasian serta penyebarluasan atau implementasi dari rencana perbaikan yang telah dilakukan. Hal ini sejalan dengan Safrizal dan Muhajir (2016) yang menyatakan bahwa tahap *control* berfokus pada pendokumentasian tindakan yang dilakukan. Tujuan utama dari langkah ini adalah untuk menekan tingkat cacat produk dalam proses produksi, sehingga dapat mengurangi potensi kerugian. Penerapan metode *Six Sigma* memerlukan pengawasan atau *controlling* untuk mengevaluasi hasil sebelum dan sesudah implementasi metode tersebut dalam kegiatan produksi. Sutyarno dan Chriswahyudi (2019) menambahkan bahwa pada tahap *control* perlu dilakukan perhitungan DPO dan DPMO kembali untuk memantau hasil dari tahap *improve*.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, PT XYZ masih menghadapi kecacatan produk dalam produksi wafer *stick*, dengan jenis kecacatan yang paling dominan adalah wafer *stick* tidak tergulung. Meskipun terdapat perbaikan yang dilakukan, nilai DPMO dan *sigma* level yang tercatat menunjukkan bahwa tingkat kecacatan produk belum mencapai level yang diinginkan. Analisis menggunakan diagram sebab-akibat mengidentifikasi beberapa faktor penyebab utama, seperti mesin yang sudah tua, ketidakpahaman karyawan terhadap SOP, konsistensi adonan yang tidak sesuai, serta faktor lingkungan kerja yang kurang nyaman. Rekomendasi dalam perencanaan pengendalian kualitas diantaranya perusahaan perlu melakukan perawatan rutin pada mesin, memberikan pelatihan yang lebih intensif kepada karyawan, memperjelas instruksi kerja, serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih kondusif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, K.A., Puspitasari, N.B., 2023. Analisis Penyebab Defect Produk Wafer Roll 8,5 Gram Pada Proses Packing PT. Dua Kelinci. Ind. Eng. Online J. 12.
- Andriani, D.P., Fikri, A.K., Nur'aini, S.D., 2019. Analisis Pengendalian Kualitas Persentase Kadar Air Produk Wafer Stick Pada Industri Makanan Ringan. Ind. Inov. J. Tek. Ind. 8, 10–17.

- Ariandi, M.S., Rahmawati, E., Prihatiningrum, R.R.Y., 2020. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Statistical Quality Control (SQC) Pada Usaha Amplang Karya Bahari di Samarinda. *Bisnis dan Pambang*. 9, 1–13.
- Caesaron, D., Tandianto, 2020. Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Pada Proses Handling Painted Body BMW X3 (Studi Kasus: PT. Tjahja Sakti Motor). *J. PASTI* 9, 248–256.
- Hairiyah, N., Rizki Amalia, R., Iwan Kusuma Nugroho Jurusan Teknologi Industri Pertanian, dan, Negeri Tanah Laut, P., 2020. 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.* 25, 35–43.
- Ishak, A., Siregar, K., Ginting, R., -, al, Ksek, M., Bogacz, P., Migza -, M., Patel, A.S., Patel, K.M., 2021. Prioritization of Lean Six Sigma Success Factors using Pareto Analysis. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 1070, 012133.
- Izzah, N., Rozi, M.F., 2019. Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma-DMAIC Dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana Pada UKM Alfiya Rebana Gresik. *J. Ilm. Soulmath J. Edukasi Pendidik. Mat.* 7, 13–26.
- Kusumawati, A., Fitriyeni, L., 2017. Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula Dengan Pendekatan Six Sigma. *J. Sist. dan Manaj. Ind.* 1, 43.
- Liana, Y., Putra, J.C., Djafri, T., Lating, A., 2024. Pemberian Reward Terhadap Kinerja Karyawan Dengan Motivasi Sebagai Variabel Intervening. *Assyarikah J. Islam. Econ. Bus.* 5, 17–34.
- Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Al Owad, A., Mahlawat, S., Singh, S., 2023. *The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. Heliyon* 9, e14625.
- Musyafa'ah, M., Sofiana, A., 2022. *Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Application Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses on Disamatic Machine PT. XYZ. OPSI* 15, 56–63.
- Prastya, F., 2024. Penerapan Metode Six Sigma dalam Menganalisa Pengendalian Kualitas Produk Beng-Beng pada Divisi Wafer PT Mayora Indah Tbk. *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.* 3, 37–48.
- Purba, H.H., Nindiani, A., Trimarjoko, A., Jaqin, C., Hasibuan, S., Tampubolon, S., 2021. *Increasing Sigma levels in productivity improvement and industrial sustainability with Six Sigma methods in manufacturing industry: A systematic literature review. Adv. Prod. Eng. Manag.* 16, 307–325.
- Rimantho, D., Mariani, D.M., 2017. Penerapan Metode Six Sigma Pada Pengendalian Kualitas Air Baku Pada Produksi Makanan. *J. Ilm. Tek. Ind.* 16, 1.
- Safrizal, Muhajir, 2016. Pengendalian kualitas dengan metode six sigma pengendalian kualitas dengan metode six sigma. *J. Manaj. Dan Keuang.* 5, 615–626.

- Salomon, L.L., Ahmad, Limanjaya, N.D., 2015. Strategi Peningkatan Mutu Part Bening Menggunakan Pendekatan Metode Six Sigma (Studi Kasus: Department Injection Di PT. KG). *J. Ilm. Tek. Ind.* 3, 156–165.
- Shammout, M., 2021. *The Impact of Work Environment on Employees' Performance in Banking Sector in Palestine*. *Int. Bus. Res.* 14, 85.
- Siregar, K., Ariani, F., Ginting, E., Trie Dinda, M.P., 2019. *Lean six sigma for manufacturing industry: A review*. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 505.
- Sirine, H., Kurniawati, E.P., Pengajar, S., Ekonomika, F., Bisnis, D., Salatiga, U., 2017. Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo). *Asian J. Innov. Entrep.* 2, 254–290.
- Sutyarno, D., Chriswahyudi, C., 2019. Analisis Pengendalian Kualitas dan Pengembangan Produk Wafer Osuka dengan Metode Six Sigma Konsep DMAIC dan Metode Quality Function Deployment di PT. Indosari Mandiri. *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.* 12, 41–51.
- Yuanita, A., 2018. Penerapan Quality Control Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Guna Meminimalkan Produk Cacat Dalam Pembuatan Sepatu Parang Pada Cv. Marasabessy Bandung. Bandung.
- Zhenjing, G., Chupradit, S., Ku, K.Y., Nassani, A.A., Haffar, M., 2022. *Impact of Employees' Workplace Environment on Employees' Performance: A Multi-Mediation Model*. *Front. Public Heal.* 10, 890400.