

Analisis Pengendalian Kualitas Produk Plastik Menggunakan Metode DMAIC pada PT Techpack Asia

Syafiq Tian Maulana

Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 31602200077@std.unissula.ac.id

Abstract. Product quality is one of the determining factors of a company's competitiveness in the cosmetic packaging manufacturing industry. This research was conducted at PT Techpack Asia to address the problem of high product defect rates (spot scrap) caused by the presence of airborne particles measuring 1 micron and 5 microns in the K1 and K2 production areas. This study employed an observational descriptive quantitative approach by applying the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) method. Data collection was carried out through measurements at 27 points using a particle counter before and after General Cleaning (General Cleaning / GC) activities. The results showed that airborne particles have a significant influence on spot defects in the final product. The implementation of improvements through the General Cleaning process proved effective in significantly reducing the number of particles in the K2 area. However, cleaning in the K1 area was still not optimal, as indicated by persistently high scrap rates. The use of control charts is recommended to monitor particle trends as part of continuous quality improvement efforts.

Keywords: DMAIC; General Cleaning; Particle Counter; Quality Control; Spot Scrap.

Abstrak. Kualitas produk merupakan salah satu faktor penentu daya saing perusahaan dalam industri manufaktur kemasan kosmetik. Penelitian ini dilakukan di PT Techpack Asia untuk mengatasi permasalahan tingginya tingkat cacat produk (scrap bintik) yang dipengaruhi oleh keberadaan partikel udara berukuran 1 mikron dan 5 mikron di area produksi K1 dan K2. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif observasional dengan menerapkan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran pada 27 titik menggunakan alat particle counter sebelum dan sesudah kegiatan pembersihan menyeluruh (*General Cleaning / GC*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa partikel udara memiliki pengaruh yang signifikan terhadap cacat bintik pada produk akhir. Implementasi perbaikan melalui proses *General Cleaning* terbukti efektif menurunkan jumlah partikel secara signifikan di area K2. Namun, pembersihan di area K1 masih belum optimal yang ditandai dengan angka scrap yang tetap tinggi. Penggunaan peta kendali (*control chart*) disarankan untuk memantau tren partikel sebagai upaya perbaikan kualitas yang berkelanjutan.

Kata Kunci: DMAIC; General Cleaning; Particle Counter; Pengendalian Kualitas; Scrap Bintik.

1. LATAR BELAKANG

Kerja Praktek (KP) merupakan salah satu mata kuliah wajib yang bersifat mandiri dan dilaksanakan di luar kampus bagi mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Kegiatan ini dirancang sebagai jembatan antara dunia akademik dan dunia industri, memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengaplikasikan secara langsung teori-teori yang telah diperoleh selama perkuliahan. Melalui pelaksanaan KP di perusahaan manufaktur, mahasiswa tidak hanya dituntut untuk memahami dinamika operasional produksi secara nyata, tetapi juga diharapkan mampu mengidentifikasi permasalahan teknis di lapangan dan merumuskan solusi berbasis keilmuan teknik industri, sehingga tujuan utama dari Kerja Praktek adalah membentuk kompetensi mahasiswa dalam memecahkan masalah riil secara sistematis sekaligus mempersiapkan adaptasi yang lebih matang sebelum memasuki dunia kerja profesional.

PT Techpack Asia merupakan perusahaan manufaktur kemasan plastik kelas dunia yang tergabung dalam Albea Group, sebuah korporasi multinasional yang berpusat di Prancis dan dikenal sebagai pemimpin dalam solusi kemasan inovatif untuk industri kecantikan dan perawatan pribadi. Perusahaan ini didirikan untuk memenuhi permintaan global akan kemasan plastik premium, terutama produk-produk seperti Lip Balm yang memiliki pangsa pasar luas dan konsumen beragam. Dalam menjalankan operasionalnya, PT Techpack Asia senantiasa berkomitmen pada standar mutu tinggi dan inovasi, sehingga pengendalian kualitas menjadi elemen krusial yang tidak dapat diabaikan. Di tengah pertumbuhan industri kosmetik yang pesat seiring meningkatnya kesadaran masyarakat akan perawatan diri dan penampilan, permintaan terhadap kemasan kosmetik terus berfluktuasi, yang menuntut perusahaan untuk memastikan ketersediaan bahan baku, kelancaran proses produksi, serta konsistensi kualitas produk akhir, di mana salah satu tantangan terbesar yang dihadapi adalah menjaga kebersihan lingkungan produksi mengingat produk akhir sangat rentan terhadap kontaminasi partikel asing yang dapat menurunkan nilai estetika dan fungsional kemasan (Nurwahidah, 2024).

Berdasarkan hasil observasi awal di lantai produksi PT Techpack Asia, ditemukan permasalahan kritis berupa tingginya tingkat cacat produk, khususnya scrap bintik, yaitu cacat berupa titik-titik hitam atau kontaminan pada permukaan produk plastik yang tidak hanya mengurangi kualitas visual produk, tetapi juga berdampak langsung pada peningkatan biaya produksi akibat pembuangan produk gagal, menurunnya efisiensi lini produksi, serta berpotensi merusak reputasi perusahaan di mata klien global yang memiliki standar mutu sangat ketat. Melalui investigasi awal, diketahui bahwa penyebab utama dari scrap bintik adalah keberadaan partikel udara berukuran mikroskopis khususnya 1 mikron dan 5 mikron yang mengkontaminasi area produksi K1 dan K2, di mana partikel-partikel ini dapat berasal dari aktivitas operator, pergerakan material, sirkulasi udara, atau ketidaksempurnaan sistem pembersihan ruang produksi. Oleh karena itu, pengendalian kualitas udara di lingkungan produksi menjadi faktor penentu daya saing perusahaan, mengingat persyaratan kebersihan di industri kosmetik sangat tinggi dan bersifat non-negosiasi. Penelitian mengenai pengendalian kualitas menggunakan metode DMAIC telah banyak diterapkan di berbagai sektor industri manufaktur, seperti otomotif, makanan dan minuman, serta elektronik (Ramadhani et al., 2025). Penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas DMAIC dalam menurunkan angka cacat produk melalui pendekatan statistik dan perbaikan proses, sementara penelitian tentang kontaminasi partikel di ruang bersih juga telah banyak dilakukan di industri farmasi dan elektronik semikonduktor, namun masih relatif terbatas di industri kemasan kosmetik, terutama yang memproduksi komponen plastik dengan standar estetika tinggi (Wahyudi et al., 2024).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penggabungan metode DMAIC dengan pengukuran partikel udara secara langsung menggunakan particle counter di area produksi kemasan kosmetik, yang belum banyak dieksplorasi secara khusus di industri sejenis di Indonesia, serta memberikan kontribusi praktis dengan mengidentifikasi titik-titik kritis kontaminasi di area K1 dan K2 dan mengevaluasi secara kuantitatif efektivitas tindakan *General Cleaning* terhadap penurunan konsentrasi partikel, sehingga penelitian ini tidak hanya memberikan solusi operasional bagi PT Techpack Asia, tetapi juga menambah khasanah pengetahuan tentang aplikasi DMAIC dalam konteks pengendalian kebersihan lingkungan produksi kemasan kosmetik.

Selama pelaksanaan Kerja Praktek, penulis terlibat langsung dalam proses identifikasi, pengukuran, analisis, dan perbaikan mutu di area produksi K1 dan K2, yang mencakup observasi awal dan identifikasi masalah melalui pengamatan langsung di lantai produksi serta wawancara dengan operator dan supervisor untuk memahami alur produksi, jenis cacat yang dominan, dan faktor-faktor yang diduga menjadi penyebab; kemudian dilanjutkan dengan pengukuran partikel menggunakan alat particle counter untuk mengukur konsentrasi partikel 1 μm dan 5 μm di 27 titik pengukuran yang tersebar strategis di area K1 dan K2, baik sebelum maupun sesudah kegiatan *General Cleaning* dengan durasi 60 detik per titik untuk menjamin keandalan data; setelah itu dilakukan analisis data menggunakan grafik tren dan diagram Pareto untuk mengidentifikasi titik-titik kritis dengan kontaminasi tertinggi serta membandingkan efektivitas pembersihan antara kedua area produksi; dan akhirnya dirumuskan rekomendasi perbaikan yang mencakup penjadwalan *General Cleaning* mingguan, pembersihan ringan setiap jam, penggantian peralatan yang tidak layak, serta usulan penggunaan *Control Chart* untuk pemantauan berkelanjutan. Dengan pendekatan yang sistematis dan berbasis data, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas produk di PT Techpack Asia, sekaligus menjadi referensi bagi penelitian serupa di industri kemasan kosmetik.

2. KAJIAN TEORITIS

Pengendalian Kualitas dan Metode DMAIC

Pengendalian kualitas merupakan serangkaian aktivitas manajemen dan operasional yang bertujuan untuk mempertahankan dan meningkatkan mutu produk atau jasa agar sesuai dengan standar yang ditetapkan serta memenuhi harapan pelanggan (Herlina et al., 2021). Dalam konteks manufaktur, pengendalian kualitas mencakup seluruh tahapan produksi mulai dari penerimaan bahan baku, proses produksi, hingga produk akhir, dengan menggunakan

berbagai alat statistik dan metodologi perbaikan berkelanjutan. Salah satu metodologi yang paling dikenal adalah DMAIC, yang merupakan akronim dari Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (Fadila & Della, 2025). Metode ini merupakan kerangka kerja terstruktur dalam Six Sigma yang dirancang untuk memecahkan masalah kualitas secara sistematis dan berbasis data. Tahap Define berfokus pada pendefinisian masalah, tujuan, dan ruang lingkup proyek; Measure melibatkan pengumpulan data untuk mengukur kinerja saat ini; Analyze bertujuan mengidentifikasi akar penyebab masalah melalui analisis statistik; Improve berisi implementasi solusi untuk menghilangkan akar penyebab; dan Control memastikan keberlanjutan perbaikan dengan sistem pemantauan dan pengendalian yang berkelanjutan.

Scrap Bintik dan Cacat Produk pada Kemasan Plastik

Dalam industri kemasan plastik, terutama untuk produk kosmetik yang menuntut estetika tinggi, cacat permukaan merupakan salah satu indikator kualitas yang paling kritis. Scrap bintik didefinisikan sebagai cacat fisik berupa titik-titik kontaminan biasanya berwarna gelap atau hitam yang menempel pada permukaan produk plastik hasil cetakan. Cacat ini dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain partikel debu atau kotoran di lingkungan produksi, kontaminasi bahan baku, residu dari proses sebelumnya, atau gesekan antar komponen selama proses manufaktur. Keberadaan scrap bintik tidak hanya menurunkan nilai estetika produk, tetapi juga dapat menyebabkan produk ditolak oleh pelanggan, meningkatkan biaya produksi akibat pembuangan ulang, dan berpotensi menurunkan kepercayaan konsumen terhadap merek. Oleh karena itu, identifikasi sumber dan mekanisme terbentuknya scrap bintik menjadi langkah awal yang penting dalam upaya pengendalian kualitas (Pratama et al., 2025).

Kontaminasi Partikel Udara dan Pengukuran dengan Particle Counter

Partikel udara merupakan benda padat atau cairan yang melayang di atmosfer dengan ukuran bervariasi, mulai dari nanometer hingga mikrometer (Sitopu, 2025). Dalam lingkungan produksi industri kemasan, partikel berukuran 1 mikron dan 5 mikron menjadi perhatian khusus karena ukurannya yang cukup kecil untuk dapat menempel pada permukaan produk plastik yang masih dalam kondisi panas atau lembab, namun cukup besar untuk terlihat sebagai cacat bintik pada produk akhir. Partikel-partikel ini dapat berasal dari aktivitas manusia (seperti pergerakan operator), proses mekanis (pemotongan, penggilingan), sirkulasi udara yang tidak bersih, atau kebocoran sistem ventilasi. Untuk mengukur konsentrasi partikel di udara, digunakan alat yang disebut particle counter, yang bekerja berdasarkan prinsip hamburan cahaya (*light scattering*) (Vaicdan et al., 2016). Alat ini menyedot sampel udara dari lingkungan, kemudian partikel yang lewat di depan sumber laser akan menghamburkan cahaya yang ditangkap oleh detektor; intensitas hamburan sebanding dengan ukuran partikel, sehingga

alat dapat menghitung jumlah partikel per satuan volume untuk setiap rentang ukuran yang ditentukan.

General Cleaning dan Higiene Lingkungan Produksi

General Cleaning (GC) merupakan prosedur pembersihan menyeluruh yang dilakukan secara periodik di area produksi untuk mengurangi akumulasi kontaminan yang dapat memengaruhi kualitas produk. Proses ini mencakup pembersihan lantai, dinding, langit-langit, permukaan mesin, peralatan produksi, saluran udara, serta area sekitar yang berpotensi menjadi sumber partikel. *General Cleaning* berbeda dari pembersihan rutin harian karena cakupannya yang lebih luas, lebih intensif, dan biasanya melibatkan penggunaan alat pembersih khusus serta disinfektan untuk menjamin kebersihan optimal. Dalam industri dengan standar kebersihan tinggi seperti kosmetik, farmasi, dan elektronik, *General Cleaning* menjadi bagian integral dari sistem manajemen mutu dan sering dijadwalkan berdasarkan hasil pemantauan partikel udara. Efektivitas *General Cleaning* dapat dievaluasi dengan membandingkan data particle counter sebelum dan sesudah pembersihan, sehingga diketahui apakah prosedur yang diterapkan telah berhasil menurunkan kontaminasi ke tingkat yang dapat diterima (Islamia & Asy'ari, 2023).

Control Chart sebagai Alat Pemantauan Berkelanjutan

Control Chart atau peta kendali adalah salah satu alat statistik yang paling fundamental dalam pengendalian kualitas proses (Idris et al., 2016). *Control Chart* digunakan untuk memantau variabilitas suatu proses dari waktu ke waktu dengan membedakan antara variasi yang disebabkan oleh faktor umum (*random*) dan faktor khusus (penyebab yang dapat diidentifikasi) (Sasmita et al., 2025). Peta kendali menampilkan data pengukuran berurutan dalam bentuk grafik yang dilengkapi dengan garis pusat (*central line*), batas kendali atas (*upper control limit*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*). Selama titik-titik data berada di dalam batas kendali dan tidak menunjukkan pola yang tidak biasa, proses dianggap dalam keadaan terkendali (*in control*). Jika ditemukan titik di luar batas atau pola yang mencurigakan, maka perlu dilakukan investigasi untuk mengidentifikasi dan menghilangkan penyebab khusus tersebut. Dalam konteks penelitian ini, *Control Chart* direkomendasikan untuk memantau tren partikel udara secara harian, sehingga setiap peningkatan konsentrasi partikel dapat dideteksi secara dini sebelum berdampak pada peningkatan cacat scrap bintik.

3. METODE PENELITIAN

Objek penelitian

Objek penelitian ini berlokasi di area produksi PT Techpack Asia, difokuskan pada titik kritis keluar-masuk operator. Variabel utama yang diamati adalah konsentrasi partikel udara ukuran 1 μm dan 5 μm yang diukur menggunakan *particle counter*.

Alur Penelitian

Dalam alur penelitian terdiri dari rangkaian tahap yang dilakukan mulai dari awal hingga akhir proses penelitian. Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan produksi area K1 dan K2. Waktu pelaksanaan pengukuran dilakukan secara berkala sebelum dan sesudah kegiatan *General Cleaning* (GC) selama periode tertentu untuk mengevaluasi efektivitas pembersihan terhadap jumlah partikel udara.

Populasi dan Sampel Populasi

Penelitian ini adalah seluruh titik pengukuran partikel di area K1 dan K2. Sampel yang diambil berjumlah 27 titik pengukuran yang tersebar di kedua area tersebut. Pemilihan titik dilakukan secara *purposive*, yaitu berdasarkan lokasi yang secara historis rawan terhadap akumulasi partikel atau *scrap* bintik pada produk.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan menggunakan alat *particle counter* yang mengukur jumlah partikel udara dengan ukuran 1 mikron dan 5 mikron. Setiap titik pengukuran dilakukan selama 60 detik untuk mendapatkan hasil yang representatif. Hasil pengukuran kemudian dicatat dan dianalisis secara berkala, khususnya sebelum dan sesudah proses *General Cleaning*. Adapun

batas maksimum yang dijadikan acuan untuk partikel 1 mikron adalah 50.000 partikel, sementara untuk 5 mikron adalah 200 partikel. Pengukuran dilakukan secara rutin, dan hasilnya digunakan untuk membuat grafik tren serta analisis Pareto.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan menggunakan pendekatan DMAIC, yang terdiri dari: *Define* (Pendefinisian Masalah): Masalah utama yang diidentifikasi adalah tingginya jumlah partikel udara berukuran 1 mikron dan 5 mikron di area K1 dan K2. Masalah ini berpotensi menyebabkan cacat berupa *scrap* bintik pada produk akhir. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi titik-titik yang menjadi sumber partikel serta menurunkan konsentrasinya guna meningkatkan kualitas produk (Monday, 2022). *Measure* (Pengukuran): Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran partikel di 27 titik, dengan alat yang sama dan waktu pengukuran konsisten. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik dan tabel yang menunjukkan rata-rata jumlah partikel per titik. *Analyze* (Analisis): Dilakukan analisis tren dan grafik Pareto untuk mengidentifikasi titik-titik kritis yang menyebabkan bintik paling banyak terhadap total partikel. Ditemukan bahwa setelah pelaksanaan *General Cleaning*, terjadi penurunan signifikan terhadap jumlah partikel di beberapa titik, khususnya di area K2. Namun, di area K1, beberapa titik masih menunjukkan angka partikel yang tinggi, sehingga diasumsikan bahwa pembersihan belum dilakukan secara menyeluruh atau konsisten (Siregar & Mutiara, 2019). *Improve* (Perbaikan): Perbaikan dilakukan dengan menerapkan beberapa tindakan, seperti pelaksanaan *General Cleaning* mingguan di area K1 dan K2, pembersihan ringan tiap satu jam di area K1 dan K2, serta penggantian alat dan perangkat yang sudah tidak layak beroperasi. Pengukuran partikel dilakukan sebelum dan sesudah pembersihan untuk melihat dampaknya (Oktaviani et al., 2022). *Control* (Pengendalian): Untuk menjaga keberlanjutan hasil perbaikan, langkah-langkah pengendalian dilakukan, antara lain melakukan pengukuran partikel setiap hari sebelum dan sesudah *General Cleaning*, menggunakan *Control Chart* untuk memantau tren partikel dari waktu ke waktu, memfokuskan pembersihan pada titik-titik yang rawan, serta melakukan evaluasi secara berkala terhadap efektivitas pembersihan. (Ibrahim et al., 2020). Validitas dan Reliabilitas Data Validitas data dijaga melalui penggunaan alat pengukur yang terstandarisasi dan pengukuran yang dilakukan secara konsisten. Reliabilitas dijaga melalui pengulangan pengukuran dalam interval waktu yang sama untuk melihat konsistensi hasil. Selain itu, data dibandingkan antara sebelum dan sesudah perlakuan (*cleaning*) untuk menilai dampak secara obyektif. (Islamia & Asy'ari, 2023).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil dan analisa dari pengolahan data:

Pengumpulan Data

Pengukuran Partikel Proses pengumpulan data kuantitatif dilakukan dengan mengukur konsentrasi partikel udara secara langsung pada area produksi K1 dan K2. Instrumen *particle counter* diaplikasikan untuk mengambil sampel data pada 27 titik pengukuran yang tersebar secara strategis di seluruh area kerja tersebut. Parameter pengujian difokuskan pada dua klasifikasi ukuran partikel, yakni partikel berukuran 1 mikron dan partikel berukuran 5 mikron. Durasi pengambilan sampel pada setiap titik pengukuran ditetapkan secara konsisten selama 60 detik guna menjamin keandalan data yang diperoleh. Data hasil pengukuran ini dicatat secara periodik untuk membandingkan kondisi kontaminasi partikel sebelum dan sesudah pelaksanaan pembersihan menyeluruh atau *General Cleaning* (GC). Dalam melakukan evaluasi kelayakan mutu lingkungan produksi, penelitian ini mengacu pada standar ambang batas maksimum kontaminasi partikel yang telah ditentukan. Batas toleransi maksimum untuk partikel udara berukuran 1 mikron ditetapkan sebesar 50.000 partikel, sedangkan batas toleransi maksimum untuk partikel berukuran 5 mikron ditetapkan sebesar 200 partikel.

Hasil

Pengukuran Sebelum dan Sesudah *General Cleaning* Data empiris dari 27 titik sampling memperlihatkan adanya fluktuasi jumlah partikel yang cukup dinamis antara area K1 dan K2. Sebelum dilakukan tindakan intervensi kebersihan, akumulasi partikel udara berukuran 1 mikron maupun 5 mikron terpantau sangat tinggi di kedua area tersebut. Setelah diimplementasikannya program *General Cleaning*, hasil pemantauan ulang menunjukkan pola perubahan yang bervariasi, di mana terjadi penurunan jumlah partikel yang signifikan pada beberapa zona ukur tertentu, sementara beberapa zona lainnya masih menunjukkan tingkat kontaminasi yang tinggi.

Analisis Pembahasan

Efektivitas *General Cleaning* di Area K1 dan K2 Evaluasi terhadap efisiensi program yaitu: kebersihan dilakukan dengan menganalisis tren pergerakan data serta membandingkan kondisi sebelum dan sesudah *General Cleaning*. Berdasarkan hasil pengolahan data, penerapan program *General Cleaning* terbukti memberikan dampak perbaikan yang sangat signifikan di area produksi K2. Konsentrasi partikel 1 mikron dan 5 mikron di area K2 berhasil ditekan secara drastis hingga berada di bawah ambang batas standar yang aman bagi proses manufaktur.

Sebaliknya, hasil pembersihan menyeluruh di area K1 dinilai belum optimal. Beberapa titik pengukuran spesifik di dalam area K1 terdeteksi masih mempertahankan konsentrasi partikel udara yang tinggi. Fenomena ini mengindikasikan bahwa aktivitas pembersihan di area K1 belum berjalan secara menyeluruh atau konsisten, sehingga akumulasi partikel masih terus terjadi.

Hubungan Kausalitas Partikel Udara terhadap Cacat Produk (*Scrap* Bintik)

Melalui integrasi analisis tren dan visualisasi diagram Pareto, ditemukan korelasi yang kuat antara kondisi kebersihan udara lingkungan dengan performa mutu produk yang dihasilkan. Akumulasi jumlah partikel udara berukuran 1 mikron dan 5 mikron di area kerja terbukti memiliki pengaruh yang sangat signifikan dalam memicu timbulnya cacat fisik berupa *scrap* bintik pada produk akhir. Kurangnya optimalisasi pembersihan di area K1 berkontribusi langsung terhadap bertahannya angka cacat *scrap* bintik yang tinggi pada hasil produksi. Hal ini menegaskan bahwa kegagalan dalam mengendalikan kebersihan partikel udara di atas batas ambang mutu secara otomatis akan berdampak buruk pada tingkat kecacatan produk akhir.

Rekomendasi Pengendalian Mutu Berkelanjutan (*Control*)

Guna menjamin stabilitas lingkungan produksi dan menjaga konsistensi penurunan tingkat cacat produk secara jangka panjang, diperlukan sebuah mekanisme pengendalian yang terstandarisasi. Penelitian ini merekomendasikan penerapan pemantauan partikel harian secara rutin yang mencakup fase sebelum dan sesudah pembersihan. Alat bantu statistik berupa peta kendali (*control chart*) dapat digunakan untuk melacak pergerakan tren partikel dari waktu ke waktu secara kontinu. Melalui *control chart*, penyimpangan konsentrasi partikel dapat dideteksi secara dini sebelum berkembang menjadi cacat produk.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, pengolahan data, dan analisis menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) mengenai pengendalian kualitas produk plastik di PT Techpack Asia, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: Pengaruh Partikel terhadap Mutu Produk: Terdapat hubungan kausalitas yang signifikan antara kebersihan udara di area produksi dengan tingkat kecacatan produk. Tingginya akumulasi partikel udara berukuran 1 mikron dan 5 mikron di area K1 dan K2 terbukti menjadi penyebab utama tingginya tingkat cacat produk berupa *scrap* bintik pada hasil akhir. Efektivitas Tindakan Perbaikan (*Improve*): Penerapan perbaikan melalui proses pembersihan menyeluruh atau *General Cleaning* terbukti efektif dalam menurunkan jumlah partikel debu secara signifikan di area K2, sehingga konsentrasinya berada di bawah batas ambang maksimum yang ditetapkan.

(50.000 untuk 1 mikron dan 200 untuk 5 mikron). Kendala pada Area K1: Upaya pembersihan di area K1 masih belum optimal dan kurang menyeluruh. Hal ini dibuktikan dengan masih tingginya angka partikel di beberapa titik kritis area K1 meskipun *General Cleaning* telah dilakukan, yang berkontribusi langsung pada masih tingginya angka cacat *scrap* bintik dari area tersebut

DAFTAR REFERENSI

- Fadila, Y. A., & Oganda, D. D. (2025). Optimasi kualitas produk stamping dengan metode Six Sigma DMAIC. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(4), 1170–1179. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i4.1111>
- Herlina, E., Prabowo, F. H. E., & Nuraida, D. (2021). Analisis pengendalian mutu dalam meningkatkan proses produksi. *Jurnal Fokus Manajemen Bisnis*, 11(2), 173. <https://doi.org/10.12928/fokus.v11i2.4263>
- Ibrahim, I., Arifin, D., & Khairunnisa, A. (2020). Analisis pengendalian kualitas menggunakan metode Six Sigma dengan tahapan DMAIC untuk mengurangi jumlah cacat pada produk vibrating roller compactor di PT. Sakai Indonesia. *Jurnal Kalibrasi: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, dan Industri*, 3(1), 18–36. <https://doi.org/10.37721/kal.v3i1.639>
- Islamia, R., & Asy'ari, S. (2023). Usulan penerapan Six Sigma DMAIC pada produk batu split (Studi kasus PT. MBP). *Jurnal Manajemen*. <https://doi.org/10.30587/matrik.v24i1.5845>
- Monday, L. M. (2022). Define, measure, analyze, improve, control (DMAIC) methodology as a roadmap in quality improvement. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 5(2), 44–46. <https://doi.org/10.36401/JQSH-22-X2>
- Nurwahidah, N. (2024). *Pengaruh kualitas produk, harga, dan atribut kemasan terhadap keputusan pembelian pada produk kosmetik Pinkflash* (Disertasi doktoral, Universitas Hasanuddin).
- Oktaviani, R., Rachman, H., Zulfikar, M. R., & Fauzi, M. (2022). Pengendalian kualitas produk sachet minuman serbuk menggunakan metode Six Sigma DMAIC. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 2(1), 122–130. <https://doi.org/10.46306/tgc.v2i1.31>
- Pratama, S. A., Fahreza, M., & Hidayat, M. K. (2025). Analisis pengendalian kualitas produk menggunakan metode SQC dan Kaizen pada PT. Laksana Teknik Makmur. *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.31294/imtechno.v6i1.5388>
- Ramadhani, R., Ichsan, M. D., Nurrahman, Z., Azzami, M. B. A., & Prastyo, Y. (2025). Pengendalian kualitas proses produksi injection molding komponen otomotif di industri manufaktur dengan metode Six Sigma PT XYZ. *Journal of Industrial Engineering Inspiration (JIEI)*, 1(1), 38–50. <https://doi.org/10.66152/jiei.v1i1.18>
- Sasmita, R., Kurniawati, Y., & Fitria, D. (2025). Analisis kualitas standard strength pada Portland composite cement dengan metode control chart dan evaluasi kapabilitas proses produksi. *Jurnal Gaussian*, 14(2), 390–400. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.14.2.390-400>

- Siregar, M. T., & Mutiara, T. (2019). Perbaikan proses di dalam gudang menggunakan metode DMAIC pada PT. Dakota Logistik Indonesia. *Jurnal Praxis*, 1(2). <https://doi.org/10.24167/praxis.v1i2.1795>
- Sitopu, R. M. (2025). *Analisis kualitas udara partikulat PM2.5 pada transportasi terbuka dan tertutup menggunakan low cost sensor di Kota Medan tahun 2025* (Tesis, KEMENKES Poltekkes Medan).
- Vaicdan, F., Chandra, I., & Suhendi, A. (2019). Pengamatan konsentrasi massa PM2.5 di cekungan udara Bandung Raya. *E-Proceeding of Engineering*, 6, 1181–1188.
- Wahyudi, R., Nugraha, A. T., & Sigalingging, A. R. (2024). Analisis penerapan pendekatan DMAIC pada pengendalian kualitas produk paving block CV Karya Mandiri Sejahtera Bandar Lampung. *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 5(1), 62–71.