

Analisis Penyebab Cacat Produk pada Proses Produksi Polyester dengan Metode Six Sigma

Yulizan Rizki^{1✉}, Imam Maulana Firdaus²

^{1,2} Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Nusantara, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 15-01-2024

Direvisi : 20-01-2024

Diterima : 25-01-2024

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini mendorong Perusahaan nasional untuk melakukan perbaruan dan inovasi dalam pengendalian kualitas khususnya menghasilkan kualitas yang tinggi dan memiliki daya saing yang tinggi. Pengendalian kualitas bertujuan agar dapat meminimalisir cacat mencapai zero defect termasuk yang dilakukan oleh PT. Argatha Jaya saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan tingkat reject dan menentukan prioritas permasalahan pada proses produksi polister. Penelitian ini menggunakan metode six sigma berdasarkan metodologi pemecahan masalah sederhana yang terdiri dari Define, Measure, Analyze, Improve dan Control. Metode ini menggabungkan berbagai alat statistik dan pendekatan perbaikan proses lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat Sigma perusahaan pada bulan Juli 2020 yang dilakukan pada unit Polyester didapatkan nilai sebesar 3,59. Hasil tersebut menggambarkan bahwa pengendalian kualitas belum maksimal dan untuk meningkatkannya membutuhkan prioritas dengan analisis FMEA yang dapat mendeteksi produk yang gagal di suatu proses tertentu.

Kata Kunci:

Cacat produk, DMAIC, Six Sigma

ABSTRACT

Along with current technological developments, national companies are encouraged to carry out updates and innovations in quality control, especially in producing high quality and high competitiveness. Quality control aims to achieve zero defect levels, including that carried out by PT. Argatha Jaya currently. This research aims to reduce the reject rate and determine priority problems in the polyester production process. This research uses the six sigma method based on a simple problem solving methodology consisting of Define, Measure, Analyze, Improve and Control. This method combines various statistical tools and other process improvement approaches. The results of this research show that the company's Sigma level in July 2020, which was carried out on the Polyester unit, obtained a value of 3.59. These results illustrate that quality control is not optimal and improving it requires prioritization with FMEA analysis which can detect failed products in a particular process.

Corresponding Author :

Yulizan Rizki

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Nusantara, Indonesia

Jl. Raya Pemda Pangkalan II No.66, RT.01/RW.02, Kedunghalang, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16158

Email: yulizanrizki@gmail.com

PENDAHULUAN

Industri memiliki kemampuan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan dan mengurangi polusi. Dalam konteks Lean Manufacturing dan Sustainable Manufacturing, evaluasi kinerja dapat digunakan untuk menentukan efektivitas dan efisiensi operasional (Neely et al., 2005). Salah satu metode dalam pendekatan Lean Manufacturing adalah metodologi Six-Sigma dengan metodologi lima fase, yaitu Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC). Pendekatan Lean Manufacturing berpotensi mengurangi cacat produksi, pemborosan, dan waktu tunggu lini produksi. Namun, konsep manufaktur berkelanjutan digunakan dalam proses manufaktur untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas bisnis (Anggraini et al., 2022).

Perusahaan nasional dimotivasi untuk memperbarui dan menginovasi pengendalian kualitas, terutama untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan memiliki daya saing yang tinggi, sebagai akibat dari perkembangan teknologi saat ini. PT. Argatha Jaya adalah perusahaan terkemuka di industri perkayuan dan telah bekerja sama dengan lebih dari 50 perusahaan perkayuan di Asia dan beberapa perusahaan nasional untuk menjaga kualitas, yang berarti mengurangi jumlah produk yang cacat dan mencapai zero defect. PT. AJ kemudian dapat memperluas bisnisnya ke Jawa Barat dan Jawa Tengah. Pada awalnya, PT. AJ memproduksi beberapa produk, seperti pintu, papan laminasi, dan papan blok.

Sebagai Perusahaan yang ingin bersaing di Tingkat nasional dalam segi peningkatan kualitas maka penelitian ini menggunakan konsep yang mencakup aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial (Machado et al., 2020). Manufaktur Berkelanjutan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, menjamin keamanan kerja, dan menghasilkan manfaat ekonomi jangka panjang. Akibatnya, dunia usaha harus meninggalkan pendekatan tradisional yang hanya berfokus pada dimensi ekonomi dan mengabaikan dampak lingkungan dan sosial (Faulkner dan Badurdeen, 2014).

Metode lain yang digunakan adalah DMAIC yang memainkan peran penting dalam meningkatkan kinerja Manufaktur Berkelanjutan. DMAIC memberikan pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi dan menghilangkan inefisiensi dalam proses manufaktur (Obraz et al., 2014). Sebagai alat manajemen Six Sigma, metodologi DMAIC bertujuan untuk mengurangi variasi proses, meningkatkan kinerja, dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Mousli et al., 2023).

DMAIC untuk mencapai hal ini dapat mendefinisikan peluang, mengukur kinerja, menganalisis peluang, dan meningkatkan kinerja. Metodologi DMAIC dan Six-Sigma adalah peta jalan untuk perbaikan berkelanjutan (Nunes, 2015). Six Sigma digunakan untuk menilai proses bisnis dan menemukan peluang untuk perbaikan. Six-Sigma mengurangi variasi, meningkatkan kinerja proses, dan membantu menjaga konsistensi kualitas produk (Yalcin et al., 2022). Hal ini menghasilkan lebih sedikit cacat, lebih tinggi pendapatan, kualitas produk yang lebih tinggi, dan kepuasan pelanggan yang lebih tinggi. Banyak inisiatif Manajemen Proses Bisnis sekarang menggunakan Six sigma untuk meningkatkan kualitas, produktivitas, dan faktor lainnya.

Banyak manfaat Six Sigma dalam kehidupan nyata yang masih menjadi subjek keajaiban dan penelitian lebih lanjut di bidang ini masih diperlukan. Sejalan dengan hal tersebut, tujuan utama dari penulisan ini adalah untuk mewujudkan manfaat dicapai oleh Six Sigma dan untuk mempelajari menjembatani kesenjangan yang terdapat antara teori dan aplikasi praktis di bidang industri kayu.

Metodologi Six Sigma yang digunakan dalam industri tersebut adalah pendekatan yang berfokus pada meminimalkan cacat pada barang, jasa, dan proses. Six sigma adalah pendekatan terstruktur untuk meningkatkan kualitas operasi dan produk. Six Sigma mengacu pada kinerja statistik untuk mencapai target dalam meminimalkan produk cacat. Pada tahun 1987, Motorola menghabiskan \$170 juta untuk pelatihan Six Sigma bagi karyawannya yang menghasilkan penghematan sebesar USD 2,2 miliar dan banyak bisnis di seluruh dunia telah mengadopsi Six Sigma secara masif (Lehto & Landry, 2019).

Bagi banyak bisnis yang ingin memangkas biaya dan meningkatkan efisiensi, six sigma berada di urutan teratas daftar prioritas mereka. Six Sigma adalah metodologi yang memfasilitasi organisasi untuk mempelajari kondisi kerja mereka saat ini dan juga membantu mereka dalam melakukan perbaikan dalam proses untuk mengurangi variasi. Six Sigma diterapkan baik di industri manufaktur maupun jasa. Setiap tahun, ribuan proyek Six Sigma diimplementasikan di organisasi manufaktur dan memerlukan komitmen modal yang besar dan analisis yang menyeluruh untuk memastikan bahwa manfaat yang diterima jauh lebih besar daripada investasinya. Meskipun Six Sigma memiliki lebih banyak keunggulan dibandingkan metode manajemen mutu konvensional, namun hal ini juga menghadirkan kendala baru bagi para peneliti dan praktisi (Schwerha et al., 2020). Keuntungan menggunakan metode Six sigma untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi organisasi sangatlah luar biasa namun, karena tujuannya adalah untuk memaksimalkan produksi dengan meminimalkan sumber daya.

Metode terakhir yang digunakan adalah Failure Mode and Effects Analysis atau disebut FMEA adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi titik lemah potensial dalam pembuatan atau pengiriman produk atau layanan (Huang et al., 2021). FMEA juga bermanfaat dalam menentukan dampak kerusakan dan memprioritaskan kegagalan untuk diperbaiki. Analisis bisnis sering menggunakan template FMEA untuk menyelesaikan evaluasi di industri kayu dan menggunakan metode ini untuk tujuan yang sama (Strauch, 2021). Penilaian FMEA berkisar dari 1 hingga 10 dan merupakan alat penilaian risiko. Skor satu menunjukkan risiko rendah, sedangkan skor sepuluh menunjukkan risiko tinggi. Meskipun mempunyai kelebihan, FMEA mempunyai keterbatasan dan risiko. FMEA membutuhkan keseimbangan ruang lingkup serta organisasi harus berkomitmen untuk menerapkan tindakan yang direkomendasikan agar FMEA menjadi efektif (Ramezani and Jassbi., 2020) .

Saat melakukan FMEA, penting untuk memprioritaskan kegagalan mode untuk mengidentifikasi mode paling kritis yang memerlukan perhatian (Cho et al., 2022). Namun, tidak cukup hanya dengan memprioritaskannya – tindakan harus diambil dan dievaluasi efektivitasnya untuk menghilangkan modus kegagalan. Dalam beberapa kasus, tindakan tambahan di luar cakupan FMEA mungkin diperlukan (Alsaidalani and Elmadhoun., 2022) . Mengidentifikasi mode kegagalan merupakan upaya tim yang memerlukan perhatian terhadap detail dan waktu untuk menganalisis proses atau desain secara menyeluruh; jika tim tidak melakukan analisis menyeluruh, modus kegagalan yang penting dapat terabaikan, sehingga berpotensi menimbulkan masalah di masa depan (Salah et al., 2022). Proses yang terburu-buru tidak disarankan karena memerlukan waktu untuk membahas detailnya dan memastikan anggota tim memiliki cukup waktu untuk berkontribusi (Coombs et al., 2022). Secara keseluruhan, sangat penting untuk melakukan FMEA sejak dini dari proses desain dan untuk memastikan bahwa tim melakukan investigasi dengan benar (Liu et al., 2022).

Nilai kecenderungan adalah nilai kemungkinan terhadap masalah yang akan terjadi, seperti jumlah kesalahan yang terjadi selama proses pengelasan atau jumlah produk cacat yang dihasilkan. Nilai keparahan adalah nilai seberapa besar pengaruh kesalahan yang terjadi, apakah kesalahan tersebut berdampak pada konsumen dan apakah produk cacat yang dihasilkan selama proses tertentu menyebabkan ketidakpuasan konsumen. Nilai Detectability menunjukkan bahwa proses mungkin sulit untuk menemukan kesalahannya. Nilai yang tinggi menunjukkan bahwa proses memiliki resiko tinggi dan harus diprioritaskan. Nilai detectability meningkat jika cacat produk terjadi dalam proses dan tidak dapat dideteksi.

METODE PENELITIAN

Bagian Penelitian ini dilakukan di salah satu industri manufaktur di Indonesia. Objek penelitiannya adalah untuk meningkatkan kapabilitas proses. Fokus penelitian pada produksi Polyester. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan observasi. Data primer yang digunakan meliputi data pengambilan sampel produk cacat harian, alur proses produksi dan informasi langsung dari pimpinan. Sedangkan data sekunder yang digunakan berasal dari artikel di jurnal, laporan tahunan institusi dan laporan perusahaan. Laporan perusahaan meliputi jumlah

operator, jumlah produksi dan kapasitas produksi. Penelitian ini menggunakan tahapan sistematis DMAIC. Setiap tahapan DMAIC memiliki peran penting untuk mencapai tujuan (Trimarjoko et al., 2020).

Metode DMAIC merupakan rangkaian dasar dalam penerapan pendekatan Six Sigma dengan berbagai metode berbasis data dan statistik. Cara ini dapat menentukan akar pemecahan masalah (I. Setiawan & Setiawan, 2020). Tahapan penerapan peningkatan kualitas dengan pendekatan Six Sigma terdiri dari lima langkah yaitu Measure, Analyze, Improve dan Control. DMAIC merupakan langkah proses perbaikan berkelanjutan menuju 6 Sigma (Setiawan et al., 2021).

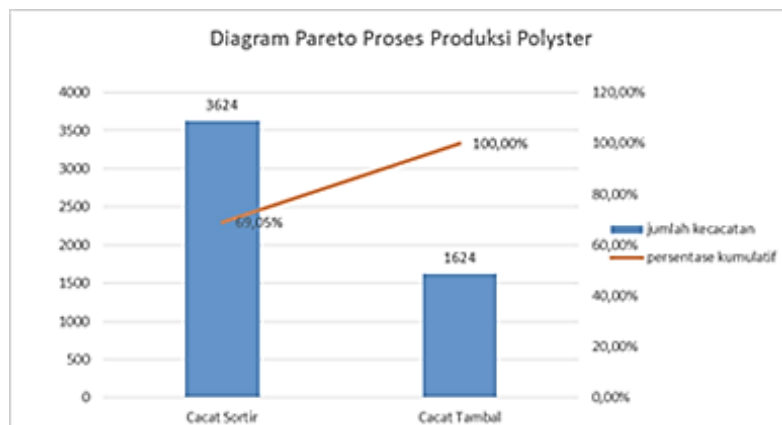
Untuk mendapatkan data, langkah-langkah berikut diambil. Tahap pertama adalah wawancara, yang digunakan dalam mengumpulkan data penelitian secara langsung. Ini dilakukan dengan interview dan menanyakan masalah yang dihadapi subjek penelitian. Operator produksi, manajer personalia, dan kepala bagian unit kontrol kualitas Polyster diwawancarai.

Dalam tahap kedua, pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan dan catatan. Pengamatan ini dilakukan pada unit polyster yang terlibat dalam proses produksi polyster. Tahap ketiga, dokumentasi, mencakup pencarian dan analisis data dari dokumen dan catatan perusahaan yang dianggap relevan dan membantu penelitian. Dokumen tersebut mengandung informasi tentang banyaknya produksi dan jumlah produk yang cacat dalam suatu periode waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define yang dilakukan adalah menentukan Critical to Quality (CTQ) untuk mengetahui apa yang menjadi karakteristik kualitas polister secara fisik. Hal ini digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi pada proses pembuatan polister dan juga mengetahui proses inti pembuatan polister pada proses produksi unit polister. Pada tahap Define ini juga dilakukan penentuan CTQ kunci dengan menggunakan diagram pareto.

Karakteristik kualitas (CTQ) adalah nilai yang paling berpengaruh terhadap kualitas polister, untuk penentuan karakteristik kualitas adalah dengan data cacat dari kedua karakteristik yang diperoleh pada produksi bulan Juli tahun 2020. Langkah selanjutnya adalah pembuatan diagram pareto untuk mengetahui frekuensi yang paling tinggi dan nantinya digunakan sebagai karakteristik kualitas (CTQ) kunci.



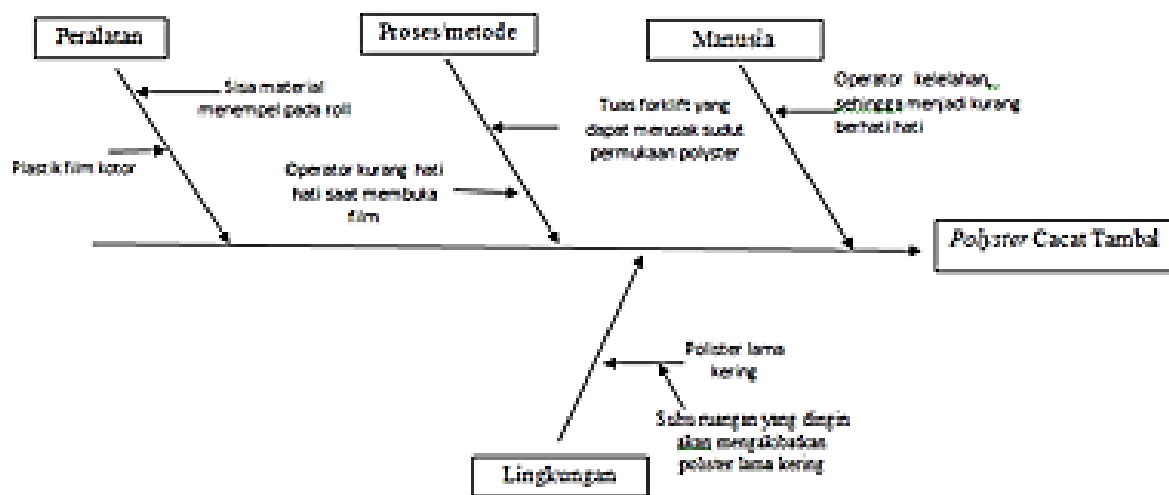
Gambar 1. Diagram Pareto produksi Polyster

Berdasarkan diagram pareto pada gambar 1 diketahui bahwa cacat sortir mempunyai persentase terbesar. Sehingga yang berdampak pada kerugian terbesar adalah cacat sortir dari pada gagal cacat tambal.

Selanjutnya adalah tahap measure yaitu dilakukan pendefinisian masalah yang akan dianalisis selanjutnya dan akan dihitung DPMO (Defect Per Million Opportunities) dan nilai Sigma untuk mengetahui kinerja perusahaan saat ini.

Terhitung dari mulai tanggal 02 Juli 2020 sampai 31 Juli 2020, perkembangan nilai DPOM sangat dinamis mengalami peningkatan dan penurunan. Peningkatan nilai DPMO yang paling tinggi terjadi pada tanggal 10 Juli 2020 dengan jumlah kecacatan produk sebanyak 88 unit untuk cacat tambal dan 575 unit untuk cacat sortir. Penurunan nilai DPMO terjadi pada tanggal 05 dan 20 Juli 2020 dengan jumlah kecacatan produk sebanyak 33 unit untuk cacat tambal dan 31 unit cacat sortir. Nilai DPMO berpengaruh terhadap perubahan nilai sigma, semakin rendah nilai DPMO maka semakin tinggi nilai sigma yang dihasilkan. Artinya nilai DPMO akan menentukan tingkat keberhasilan quality control perusahaan.

Selanjutnya adalah tahap analyze untuk analisis penyebab terjadinya cacat produksi polister. Berdasarkan data yang didapat dari interview dan observasi lapangan terhadap proses produksi didapatkan beberapa faktor yang menyebabkan *defect* pada produksi polyster.



Gambar 2. fishbone diagram polyster cacat tambal

Penyebab cacat tambal pada produk Polyster diidentifikasi dengan menggunakan Fishbone Diagram dan FMEA. Adapun gambar 2 menunjukkan Cause and Effect Diagram penyebab dari cacat tambal pada produk Polyster yang menunjukkan bahwa sisa material polyster menempel pada bagian roll pada proses penuangan polyster pada saat kondisi roll yang kotor.

hal itu dapat mempengaruhi kondisi permukaan polyster yaitu penuangan bahan polyster yang tidak rata akan membuat produk jadi polyster bolong bolong. Pada saat kondisi plastik film kotor atau terdapat karang polyster pada plastic film. kesalahan tersebut dapat mengakibatkan bahan polyster lebih menempel pada plastik film dibandingkan pada permukaan polysternya. Block board yang telah melewati proses lam coating akan dikeringkan terlebih dahulu selama beberapa hari ditempat pengeringan, pemindahan block board menggunakan forklift. hal itu dapat merusak kertas litha pada block board, jika operator forklift tidak hati hati. Operator tidak hati hati saat membuka plastic film. Pembukaan plastic film yang dilakukan oleh operator dapat mengakibatkan sobeknya permukaan polyster, jika operator kurang hati hati pada saat mebuca plastic film. Ketika operator kelelahan, hal tersebut dapat mengakibatkan operato menjadi kurang berhati hati pada saat membuka plastic film, sehingga permukaan polyster menjadi sobek. Suhu rendah dapat mengakibatkan polyster lama kering. Suhu ruangan produksi rendah dapat mengakibatkan permukaan polyster lama kering, hal tersebut dapat mengakibatkan polyster mudah robek.

Tabel 1. Analisis FMEA

Make Of Failure	Aktivitas	Severity	Occurance	Detection	RPN
Lam Coating	Roll pada mesin lam coating kotor	8	4	4	128
Penuangan Polyster	polyster kotoran masuk ke dalam adonan polyster	3	1	2	6
Peletakan Film	Permukaan plastik film aus	8	4	2	64
Rolling Mesin	Bolongnya permukaan polyster dikarenakan roll kotor	7	4	4	112
Rolling Tangan	bolongnya permukaan polyster dikarenakan roll kotor	7	3	4	84
Pembukaan film	polyster sobek	8	5	4	160
Pemotongn Polyster	Alat pemotong yang sudah tumpul mengakibatkan hasil potongan bergerigi	6	4	2	48
Proteksi	Kotoran atau karang yang ada pada permukaan polyster	8	1	2	16

Dari tabel 1 dapat diketahui nilai yang pada severity, occurrence, dan detection berdasarkan nilai rating yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai rating tersebut didapatkan melalui penilaian kuantitatif dan objektif yang dilakukan para pekerja pada divisi QC terhadap faktor-faktor penyebab cacat yang telah diketahui.

Analisis FMEA dibuat berdasarkan hasil brainstorming dengan pembimbing lapangan, observasi, dan pengamatan yang dibantu oleh pihak QC. Analisis FMEA dikhususkan pada hasil 90% dari jumlah keseluruhan masalah sesuai dengan prinsip diagram pareto untuk mengetahui prioritas risiko berdasarkan efek kegagalan, frekuensi banyaknya kejadian, serta efektifitas dalam mendeteksi kegagalan proses.

Risk priority number (RPN) diperoleh dengan cara $RPN = \text{severity} \times \text{occurrence} \times \text{detection}$. Setelah nilai RPN diketahui maka melalui ranking, nilai RPN tersebut diurutkan berdasarkan jumlah terbesar sampai jumlah terkecil. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, nilai RPN yang terdapat pada proses produksi polyster menunjukkan hasil yang bervariasi.

Pada tahap terakhir yaitu tahap improve. penelitian ini akan memberikan solusi perbaikan untuk tiga RPN tertinggi yaitu proses pembukaan film, proses lam coating, proses rolling mesin. Analisa perbaikan terhadap proses pembukaan film dengan jenis kecacatan polyster sobek pada bagian sisi polyster. Kotoran karang pada film mengakibatkan polyster sobek pada saat dilakukan pembukaan film hal tersebut dapat dilihat pada gambar fishbone diagram. Ketika polyster sobek pada bagian sisi polyster hal ini membuat produk polyster tidak masuk kriteria penjualan perusahaan, tetapi jenis cacat ini masih bisa diperbaiki (tambal) oleh operator bagian revisi. Meski demikian hal ini tetap saja polyster tidak masuk kriteria penjualan ekspor.

Oleh karena itu untuk mengurangi kecacatan jenis ini maka operator pada bagian pembukaan plastic film disarankan untuk melakukan beberapa tahapan pengecekan. Berikut ini merupakan tahapan pengecekan pada plastic film. Tahap pertama, Operator membersihkan stasiun kerja sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan. Tahap kedua, Operator membersihkan plastic film sebelum dan sesudah digunakan.

Analisi perbaikan terhadap proses lam coating dengan jenis kecacatan kertas litha tidak menempel dengan rata pada permukaan block board. Penuangan lem tidak merata pada permukaan block board pada saat proses lam coating mengakibatkan kertas litha tidak menempel dengan rata pada permukaan block board. Sehingga block board tidak dapat digunakan lagi. Oleh karena itu untuk mengurangi kecacatan jenis ini maka operator pada bagian lam coating disarankan untuk melakukan beberapa tahapan perbaikan dan pengecekan. Berikut ini merupakan tahapan pengecekan pada proses lam coating.

Tahap pertama, Operator membuat standar ukuran volume lem yang dituangkan. Operator membersihkan sisa lem yang menempel pada mesin sebelum dan sesudah mesin beroperasi. Selanjutnya, Operator membersihkan roll dari kotoran sebelum dan sesudah digunakan. Analisis perbaikan terhadap proses rolling mesin dengan jenis kecacatan permukaan polyster berlubang. Proses rolling yang mengakibatkan bolongnya permukaan polyster dikarenakan roll kotor. Hal ini membuat produk polyster tidak masuk kriteria penjualan perusahaan. Dan jenis cacat ini sama sekali tidak dapat diperbaiki. Oleh karena itu untuk mengurangi kecacatan jenis ini maka operator pada bagian rolling mesin disarankan untuk melakukan beberapa tahapan perbaikan dan pengecekan. Berikut ini merupakan tahapan pengecekan pada proses rolling mesin yaitu Operator membersihkan stasiun kerja sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan dan Operator membersihkan roll dari kotoran sebelum dan sesudah digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa tingkat atau level sigma perusahaan pada bulan Juli 2018 yang dilakukan pada unit Polyster didapatkan nilai sebesar 3,59. Secara penilaian sigma dapat diartikan bahwa proses pengendalian kualitas yang telah dilakukan sudah berjalan cukup baik. Pengendalian kualitas masih tetap diperlukan untuk meningkatkan nilai sigma yang diperoleh dalam rangka meminimalkan kemungkinan cacat terulang kembali.

Dari hasil analisis FMEA yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai RPN yang terdapat pada proses produksi polyster menunjukkan hasil yang bervariasi. Pada proses Pembukaan film menempati ranking pertama dengan RPN tertinggi yaitu sebesar 160. Untuk proses Lam Coating berada di peringkat kedua yaitu sebesar 128. Peringkat ketiga ditempati pada proses rolling mesin dengan nilai sebesar 112. Dapat diketahui bahwa 3 proses tersebut merupakan masalah utama yang harus diprioritaskan agar dapat mengurangi jumlah defect dan meningkatkan kualitas pada proses yang dilakukan di unit tersebut.

Saran

Berdasarkan kesimpulan penulis memberikan rekomendasi agar memprioritaskan proses pembukaan film karena nilai yang dihasilkan paling tinggi oleh sebab itu, dalam proses tersebut pihak quality control dan operator dapat saling bekerja sama agar kelahan produk pada proses tersebut dapat diminimalisir dan untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode baru yaitu salah satunya VSM agar waktu pada masing-masing proses dapat diperhitungkan dan dapat dianalisis untuk mengetahui proses mana yang memiliki nilai tambah dan tidak bernilai tambah atau disebut tidak produktif

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima Kasih kepada Universitas Teknologi Nusantara dalam membantu dan mendukung secara materi dan non materi dalam pembentukan penulisan ini agar dikemudian hari penulisan ini dapat dijadikan referensi lain dan menjadi amal jariyah di akhirat kelak aamiin.

REFERENSI

- Araman, H., Saleh, Y., 2023. A case study on implementing Lean Six Sigma: DMAIC methodology in aluminum profiles extrusion process. *TQM J.* 35 (2), 337–365.
- Cho, S.W., Lee, H.S., Kang, J., 2022. A study on the common RPN model of Failure Mode Evaluation Analysis(FMEA) and its application for risk factor evaluation. *J. Korean Soc. Qual. Manage.* 50, 125–138.
- Cond'e, G.C.P., Oprime, P.C., Pimenta, M.L., Sordan, J.E., Bueno, C.R., 2023. Defect reduction using DMAIC and Lean Six Sigma: a case study in a manufacturing car parts supplier. *Int. J. Qual. Reliab. Manag.* ahead-of-print, no. ahead-of-print.
- Coombs, C., Hislop, D., Taneva, S.K., Barnard, S., 2020. The strategic impacts of Intelligent Automation for knowledge and service work: An interdisciplinary review. *J. Strateg. Inf. Syst.* 29,. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2020.101600>.
- Huang, A., Badurdeen, F., 2017. Sustainable manufacturing performance evaluation: integrating product and process metrics for systems level assessment. *Procedia Manuf.* 8, 563–570.
- Huang, J., You, J.-X., Liu, H.-C., Song, M.-S., 2020. Failure mode and effect analysis improvement: A systematic literature review and future research agenda. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 199,. <https://doi.org/10.1016/j.res.2020.106885> 106885.
- H. Razouk, R. Kern, Improving the consistency of the failure mode effect analysis (FMEA) documents in semiconductor manufacturing, *Appl. Sci.* 12 (2022) 1840, <https://doi.org/10.3390/app12041840>.
- H. Soltanali, A. Rohani, M. Tabasizadeh, M.H. Abbaspour-Fard, A. Parida, An improved fuzzy inference system-based risk analysis approach with application to automotive production line, *Neural Comput. Appl.* 32 (2020) 10573–10591, <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04593-z>.
- J. Ramezani, J. Jassbi, Quality 4.0 in action: smart hybrid fault diagnosis system in plaster production, *Processes* 8 (2020) 634, <https://doi.org/10.3390/pr8060634>.
- Liu, J., Zhuang, D., Shen, W., 2022. The impact of quality management practices on manufacturing performance: an empirical study based on system theory. *Soft. Comput.* <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06606-3>.
- Md. Enamul Kabir, S. M. Mahbubul Islam Boby, Mostafa Lutfi. (2013) Productivity Improvement by using Six-Sigma (Study case) Department of Industrial Engineering and Management, Khulna University of Engineering & Technology, Khulna- 9203, Bangladesh
- Ouyang, L., Yan, L., Han, M., Gu, X., 2022. Survey of FMEA methods with improvement on performance inconsistency. *Qual. Reliab. Eng. Int.* 38, 1850–1868. <https://doi.org/10.1002/qre.3059>.
- Prawira. Yoga. (2014) Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pada Pt. Pundi Miranti Dengan Pendekatan Six Sigma (Study Kasus) [Skripsi] Institut Pertanian Bogor
- Rodriguez Delgadillo, R., Medini, K., Wuest, T, 2022. A DMAIC framework to improve quality and sustainability in additive manufacturing—a case study. *Journal* 14, 1.

- R. Alsaidalani, B. Elmadhoun, Quality risk management in pharmaceutical manufacturing operations: case study for sterile product filling and final product handling stage, *Sustainability* 14 (2022) 9618, <https://doi.org/10.3390/su14159618>.
- Salah, B., Alkahtani, M., Ziout, A., 2017. Using FMEA analysis for assessing air conditioners remanufacturing processes, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. IEOM Society, Morocco, pp. 2431–2437.
- Strauch, B., 2021. John Senders, Human Error, and System Safety. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 001872082110019. <https://doi.org/10.1177/00187208211001982>.
- Shokri, A., Li, G., 2020. Green implementation of Lean Six Sigma projects in the manufacturing sector. *Int. J. Lean Six Sigma* 11 (4), 711–729.