



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

JURMATIS

Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri



Solusi Berkelanjutan untuk Perbaikan Kualitas *Innerbox* di PT. BKI Surabaya

Feni Ira Puspita*¹, Rizal Ardianto², Ruri Artanti Prahastuti³, Siti Fatimah⁴, Danny Dwi Rachmanto⁵

feni@iticm.ac.id*¹, rizal.ardianto@iticm.ac.id², ruriartanti@iticm.ac.id³, sitifatimah@iticm.ac.id⁴, rachmantodannydwi@iticm.ac.id⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Logistik, Institut Teknologi Insan Cendekia Mandiri

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 3 – Desember – 2023

Revised : 27 – Desember – 2023

Accepted : 8 – Januari – 2024

Kata Kunci:

Defect *innerbox*, Process improvement, Product quality, PT. BKI Surabaya, Six Sigma

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format:

Puspita, F. I., Ardianto, R., Prahastuti, R. A., Fatimah, S., & Rachmanto, D. D. (2024). Solusi Berkelanjutan untuk Perbaikan Kualitas *Innerbox* di PT. BKI Surabaya. *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Industri)*, 6(1), 11-23.

Abstract

Surabaya is the center of a growing manufacturing industry that always strives to improve the quality of its products. One company that faces serious problems is PT. BKI, which faces a high rate of *innerbox* defects with potential negative impact on product quality. The study used Six Sigma methodology to identify and address the root cause of *innerbox* defects within two months. The results of the analysis show that the main causes of *innerbox* defects include structuring, material, management, environmental problems, as well as improper assembly methods. The proposed solution involves the use of duplex-type cardboard materials, improved assembly techniques, regular machine maintenance, and environmental control. The use of stripping bands instead of duct tape on *innerbox* packaging is an effective improvement. The implementation of control for two months showed an increase in sigma value from 2.94 to 2.83. The Six Sigma approach is proven to provide a systematic analytical foundation for significant improvement. The results help PT. BKI in improving quality, efficiency, and customer satisfaction

Abstrak

Surabaya merupakan pusat industri manufaktur yang berkembang yang selalu berupaya untuk meningkatkan kualitas produknya. Salah satu perusahaan yang menghadapi masalah serius adalah PT. BKI, yang menghadapi tingginya tingkat cacat *innerbox* dengan potensi dampak negatif pada kualitas produk. Studi ini menggunakan metodologi Six Sigma untuk mengidentifikasi dan menangani akar penyebab cacat *innerbox* dalam waktu dua bulan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama cacat *innerbox* meliputi masalah penataan, material, manajemen, lingkungan, serta metode perakitan yang kurang tepat. Solusi yang diusulkan melibatkan penggunaan material karton tipe duplex, peningkatan teknik perakitan, perawatan mesin yang teratur, dan pengendalian lingkungan. Penggunaan stripping band sebagai pengganti lakban pada kemasan *innerbox* menjadi improvement terpilih yang efektif. Implementasi pengendalian selama dua bulan memperlihatkan peningkatan nilai sigma dari 2,94 ke 2,83. Pendekatan Six Sigma terbukti memberikan landasan analitis yang sistematis untuk perbaikan yang signifikan. Hasilnya membantu

1. Pendahuluan

Surabaya sebagai pusat industri manufaktur yang mengukir reputasi yang gemilang dengan inovasi dan kemajuan teknologi dalam mendorong ekonomi Kota Surabaya Tahun 2022 yang diukur berdasarkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga berlaku mencapai Rp 655,62 triliun, sedangkan PDRB atas dasar harga konstan mencapai Rp 434,27 triliun [1]. Sebagai perusahaan manufaktur yang berkembang di Surabaya, fokus utama PT. BKI adalah untuk terus meningkatkan kualitas produknya melalui inovasi, penelitian, dan implementasi solusi yang efektif guna memenuhi standar tinggi dalam industri dan memastikan kepuasan pelanggan yang berkelanjutan.

Studi ini tentang pentingnya mengurangi cacat *innerbox* mendesak PT. BKI untuk segera melakukan identifikasi kecacatan pada kemasan *innerbox*. Hal ini berdampak pada tingkat kerusakan *innerbox* yang signifikan, yakni penataan yang tidak rapi, melebihi tingkat batas maksimum, ketidakbersihan lantai, dan terkena suhu lembab. Kondisi ini dapat mempengaruhi kualitas produk sehingga perbaikan segera diperlukan untuk mengurangi dampak kerusakan *innerbox* yang parah.

Manufaktur berkelanjutan terintegrasi erat dengan pengendalian kualitas terintegrasi pendorong, *enabler*, karakteristik, dan tolok ukur kinerja yang mampu meningkatkan sigma dari waktu ke waktu [2], [3]. Pengendalian kualitas fokus pada operasional, keuangan dan inovasi telah mampu memberikan level meningkat 0,175% dalam menerapkan program Lean Six Sigma yang lebih berorientasi pada karyawan untuk keberlanjutan yang lebih baik [4], [5]. Oleh sebab itu, peran metodologi ini sangat akurat dimana pembuktian ini menurunkan tingkat penolakan karet *weather strip* mobil dari 5.5% menjadi 3.08%, menghemat biaya bahan baku dan meningkatkan level sigma dari 3.9 menjadi 4.45 [6], [7]. Dengan inovasi *lean*, semakin menambah efektivitas efisiensi perakitan *bogie* kereta api sebesar 46,8% dan mengurangi waktu pemrosesan sebesar 27,9% [8]–[11]. Pengembangan six sigma telah mampu mengevaluasi kesiapan industri tekstil dengan level sigma 3.28 dan meningkat 4.9 dari 2 tahun kajiannya dengan proses inersi [12], [13].

Kajian *six sigma* telah mendalam dilakukan dari berbagai obyek manufaktur. Namun, kekuatan analisa kualitas dengan RCA masih belum dominan terimplementasikan dengan baik karena masih berfokus pada peningkatan level sigma.

Studi ini akan memperbaiki level sigma dalam kurun waktu 2 tahun berdasarkan data sekunder. Data tersebut dengan peta kendali \bar{x} untuk memberikan standar batas kendali berdasarkan rata – rata kecacatan *innerbox*. Analisa kualitas dari pandangan kualitatif menggunakan *fishbone* diagram sebagai kekuatan utama untuk membangun pengendalian yang tepat [14]–[18].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menangani faktor-faktor yang menyebabkan cacat *innerbox* di PT. BKI, serta mengusulkan perbaikan yang tepat guna meningkatkan kualitas produk dalam waktu 2 bulan proses pengendalian.

Tahapan yang akan dilakukan dari observasi visual terhadap kecacatan *innerbox* di gudang material PT. BKI, pengukuran rata-rata *innerbox* untuk dua tahun terakhir, penerapan peta kendali \bar{x} untuk evaluasi perubahan dari tahun 2021 hingga 2022, analisis penyebab cacat *innerbox* melalui RCA (*Root Cause Analysis*) dengan menggunakan *fishbone* diagram (6M), serta rekomendasi perbaikan selama dua bulan dan *improvement* terpilih sebagai solusi efektif bagi PT. BKI.

Penelitian ini diharapkan mampu dalam mengidentifikasi akar penyebab cacat *innerbox*, memberikan landasan analitis yang sistematis untuk perbaikan proses yang terukur dan terarah. Implementasi ini diharapkan dapat membantu PT. BKI untuk mengerti, mengidentifikasi, serta menangani faktor utama yang menyebabkan cacat *innerbox*, memungkinkan perusahaan untuk menerapkan perbaikan yang sistematis untuk meningkatkan kualitas *innerbox*.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif – kualitatif dengan metode deskriptif [19]. Pemilihan desain ini karena sifat metodologi *Six Sigma* untuk faktor *define*, *improve* dan *controlling* adalah kualitatif. Sedangkan untuk faktor *analyze* dan *measure* adalah kuantitatif. Dengan pertimbangan tersebut, perlu dilakukan analisa deskriptif untuk memberikan analisa mendalam sesuai dengan kondisi lapangan yang ada.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi mengacu dokumen penelitian. Dokumen penelitian adalah data produksi *innerbox*. Ukuran sampel yang digunakan menggunakan *purposive sampling* dengan keputusan data penelitian periode 2021 hingga 2022 dengan aspek data *innerbox* tiap bulan, dan unit kecacatan *innerbox* di PT. BKI Surabaya.

2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian melibatkan aktivitas wawancara kepada tim gudang, penyuplai dan manajer. Kedua, melakukan observasi selama 3 minggu sejak 5 Desember 2022 hingga 5 Januari 2023 untuk mendapatkan akurasi kondisi eksisting dalam penataan *innerbox* dan identifikasi penyebab cacat *innerbox*. Ketiga, pengumpulan data sekunder mengenai produksi *innerbox* periode 2021 hingga 2022.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dengan tahapan *define, measure, analyze, improve* dan *control* sebagai berikut [20]–[22].

2.4.1 Define

Melakukan observasi dan wawancara kepada tim gudang, penyuplai dan manajer PT. BKI terkait penyebab saat ini terhadap kecacatan *innerbox* termasuk penataan buruk, batas maksimum tumpukan, tingkat kebersihan lantai, dan dampak suhu.

2.4.2 Measure

Melakukan tabulasi data sekunder *innerbox* periode 2021-2022 dengan peta kendali \bar{x} untuk mengukur tingkat level sigma [23]. Pengukuran level sigma melalui pengukuran batas kendali atas dan batas kendali bawah dengan mendesain persentase kecacatan dari penyebab eksisting.

2.4.3 Analyze

Analisis akar penyebab lebih lanjut dilakukan melalui RCA menggunakan *fishbone* diagram pada PT. BKI. RCA menggunakan *fishbone* diagram untuk menganalisis *Measurement, Material, Man, Environment, Method, dan Machine* di PT. BKI [15], [24], [25].

2.4.4 Improve

Melakukan analisis dari hasil RCA dengan solusi dari entitas yang terlibat untuk menghasilkan pengembangan berkualitas [26].

2.4.5 Control

Mendesain pengendalian kualitas *innerbox* menggunakan struktur *bizagi modeler* dari entitas yang terlibat dan melakukan pengendalian selama 2 bulan untuk memperkuat hasil *improvement* yang telah dilakukan [27].

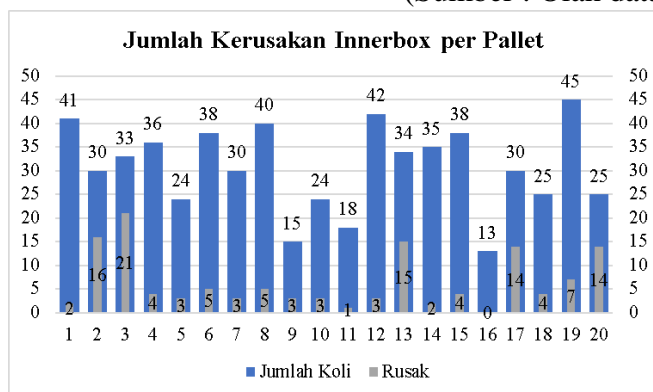
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Define

Tahap *define* sebagai analisa dari observasi yang telah dilakukan. Hasil dari pengamatan saat berada di gudang material PT.BKI secara visual terjadi kecacatan *innerbox* antara lain Penataan Tidak Rapi, Melebihi Tingkat Batas Maksimum, Ketidakbersihan Lantai dan Terkena Suhu lembab.

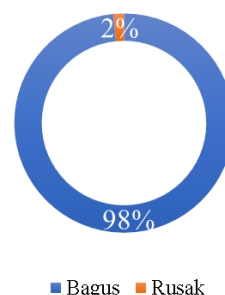


Gambar 1. Kemasan *Innerbox* Rusak
(Sumber : Olah data, 2023)



(a) Jumlah Kerusakan *Innerbox* per Pallet

Kerusakan Innerbox per Koli



(b) Kerusakan *Innerbox* per Koli

Gambar a, menunjukkan jumlah kerusakan *innerbox* per pallet masih dalam tingkat yang wajar dari 20 palet yang dilakukan observasi. Gambar b, menunjukkan kerusakan *innerbox* per koli sebesar 2% dan masih layak karena tidak lebih dari 5% kerusakan. Namun, meskipun terdapat kerusakan 2% perlu perbaikan kualitas yang lebih baik.

3.2. Measure

Tahapan *measure* ini dengan langkah tabulasi rata – rata *innerbox* yang terdapat pada di PT. BKI berikut.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah *Innerbox*

No.	Bulan	Total Koli		Rerata
		2021	2022	
1	Januari	678	616	647

2	Februari	799	636	718
3	Maret	660	625	643
4	April	720	630	675
5	Mei	842	627	735
6	Juni	889	806	848
7	Juli	639	631	635
8	Agustus	658	802	730
9	September	653	648	651
10	Oktober	1001	632	817
11	November	1020	842	931
12	Desember	1081	632	857
Total		9640	8127	8883
Rata - rata		803	677	740

(Sumber : PT BKI, 2022)

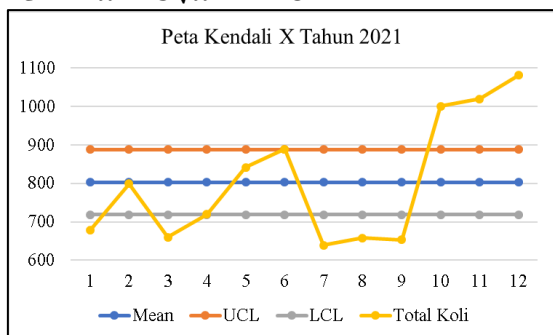
Tahap in dengan melakukan pengendalian menggunakan peta kendali \bar{x} untuk periode data *innerbox* tahun 2021 dan 2022.

Periode 2021

$$\bar{x} = 803$$

$$UCL = \bar{x} + 3\sqrt{\bar{x}} = 888$$

$$LCL = \bar{x} - 3\sqrt{\bar{x}} = 718$$



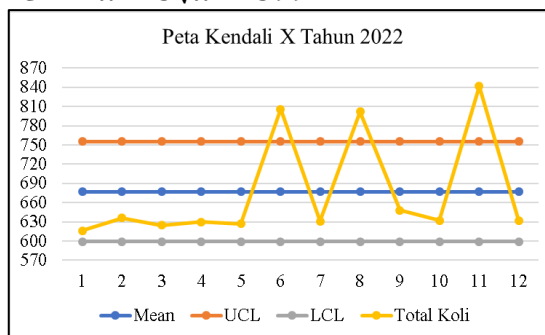
(a) Peta Kendali \bar{x} Tahun 2021

Periode 2022

$$\bar{x} = 677$$

$$UCL = \bar{x} + 3\sqrt{\bar{x}} = 755$$

$$LCL = \bar{x} - 3\sqrt{\bar{x}} = 599$$



(b) Peta Kendali \bar{x} Tahun 2022

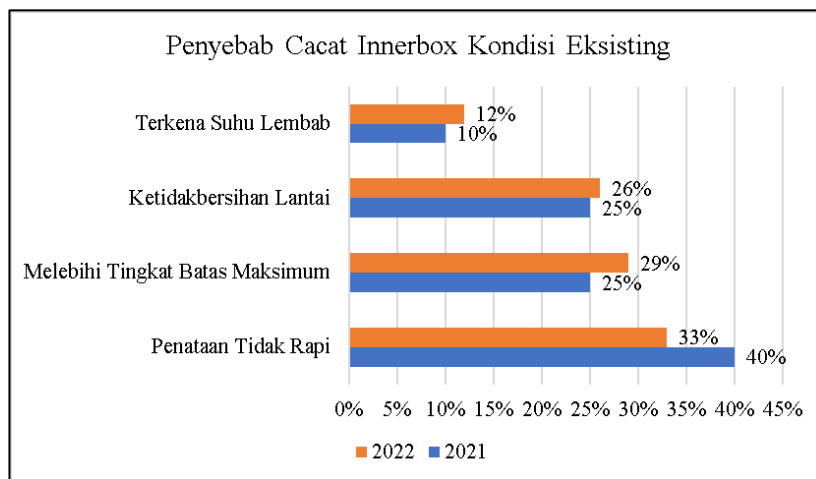
Peta kendali \bar{x} tahun 2021 dan 2022 masih mengalami tidak sesuai batas kendali atas dan batas kendali bawah dengan jenis kecatatan *innerbox* sebagai berikut.

Tabel 2. Jenis Kecacatan *Innerbox*

No.	Critical to Quality	2021			2022				
		Jumlah Cacat	Jumlah Cacat Kumulatif	Persentase Kecacatan	Kecacatan Kumulatif	Jumlah Cacat	Jumlah Cacat Kumulatif	Persentase Kecacatan	Kecacatan Kumulatif
1	Penataan Tidak Rapi	895	895	40%	40%	721	721	33%	33%
2	Melebihi Tingkat Batas Maksimum	559	1455	25%	65%	634	1355	29%	62%
3	Ketidakbersihan Lantai	559	2014	25%	90%	568	1923	26%	88%

4	Terkena Suhu Lembab	224	2238	10%	100%	262	2185	12%	100%
Total		2238		100.0%		2185		100.0%	

(Sumber : Olah data, 2023)



Gambar 2. Penyebab Cacat *Innerbox* Kondisi Eksisting
(Sumber : Olah data, 2023)

Tabel 3. Hasil Perhitungan Setelah Penerapan Six Sigma

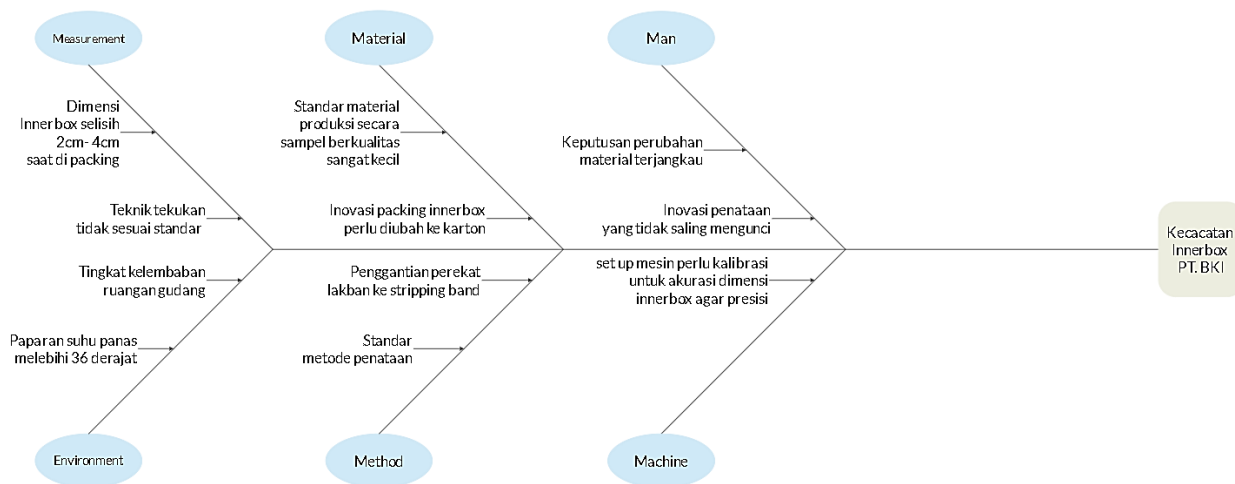
No.	Tahun	
	2021	2022
Total Koli	7.402	5.942
Total Cacat	2.238	2.185
CTQ	4	4
DPMO	75.587	91.930
Sigma Level	2,94	2,83

(Sumber : Olah data, 2023)

Dari hasil perhitungan setelah penerapan six sigma untuk nilai *DPMO* sebesar 75.587 ditahun 2021 dan 91.930 ditahun 2022 *innerbox* dari sejuta *innerbox* dan masing - masing berada pada level sigma 2,94 dan 2,83 artinya saat ini PT. BKI masih berada pada level 2 sigma. Besar kemungkinan bagi perusahaan untuk mencapai level 5 bahkan 6 jika perusahaan mengetahui dan menanggulangi dengan tepat penyebab-penyebab kecacatan *innerbox* saat ini.

3.3. Analyze

Penyebab cacat *innerbox* dari kondisi eksisting akan diperdalam lagi menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). RCA ini menggunakan *fishbone* diagram dengan komponen *Measurement, Material, Man, Environment, Method* dan *Machine*.



Gambar 3. Root Cause Analysis *Innerbox* PT. BKI
(Sumber : Olah data, 2023)

Cacat pada kotak bagian dalam di gambar 3, yang mengacu pada masalah kesesuaian dan keselarasan komponen di dalam *innerbox*, dapat berdampak signifikan pada kualitas produk, fungsionalitas, dan kepuasan pelanggan.

3.4. Improvement

Faktor *Measurement* merupakan salah satu penyebab utama terjadinya cacat *innerbox* pada PT. BKI terjadi inkonsistensi pengukuran. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan alat ukur yang tidak akurat hingga mengalami tidak toleransi sebesar 4 cm setiap *innerbox* [28]. Untuk mengatasi masalah ini, pentingnya penataan *innerbox* yang tepat dengan metode zig-zag agar saling mengunci dan meningkatkan biaya layanan sebesar Rp. 5000 per koli untuk mengubah material kertas menjadi material karton tipe duplex. Pengembangan berasal dari penyuplai *innerbox* PT. BKI Surabaya.

Faktor *Material* yang menyebabkan terjadinya cacat *innerbox* pada PT. BKI adalah penggunaan bahan di bawah standar atau tidak kompatibel yang perlu diubah dari material kertas menjadi material karton tipe duplex. Hal ini dapat mengakibatkan komponen tidak terpasang dengan benar atau berubah bentuk selama perakitan. Untuk meyakinkan perubahan material dilakukan pengujian dan analisis material secara berkala untuk memastikan kompatibilitas dan kualitas karton duplex yang mempertimbangkan faktor-faktor seperti kekuatan, daya tahan, dan kompatibilitas [13].

Faktor *Man* menjadi penyebab utama terjadinya cacat *innerbox* pada PT. BKI. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya pelatihan, kebiasaan kerja yang buruk, atau kelelahan. Untuk mengatasi masalah ini, kami merekomendasikan untuk memberikan pelatihan rutin kepada operator tentang teknik perakitan yang benar dan menekankan pentingnya mengikuti

prosedur standar. Selain itu, kami menyarankan penerapan proses kendali mutu yang mencakup pemeriksaan kinerja operator secara berkala untuk memastikan konsistensi dan akurasi.

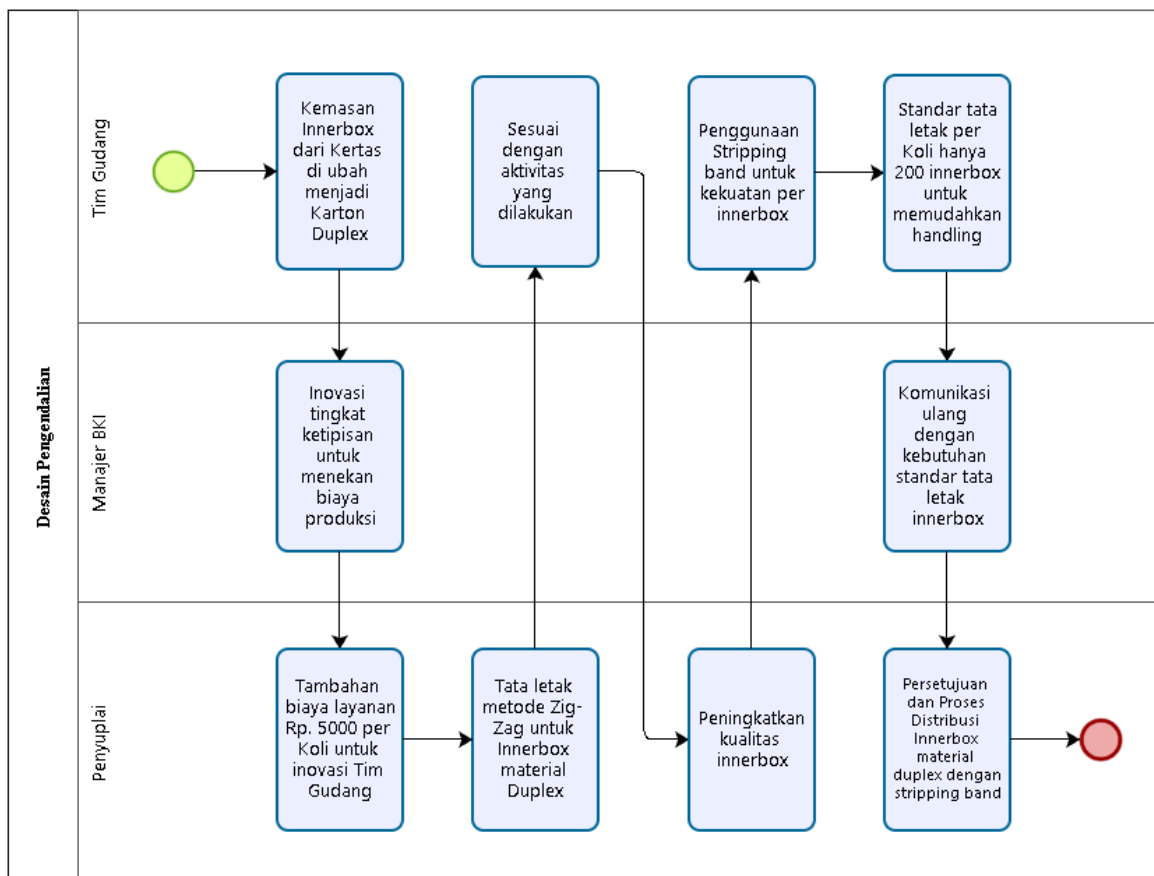
Faktor *machine* yang tidak dirawat dengan baik juga dapat menjadi penyebab terjadinya cacat *innerbox* mulai dari akurasi dimensi di PT. BKI. Hal ini dapat mengakibatkan komponen yang diproduksi memiliki dimensi yang tidak konsisten atau rusak selama perakitan. Untuk mengatasi masalah ini, kami merekomendasikan untuk berinvestasi pada mesin modern dan menerapkan jadwal perawatan rutin untuk memastikan mesin beroperasi pada kinerja puncak. Selain itu, kami menyarankan penerapan proses kalibrasi mesin untuk memastikan konsistensi dalam dimensi komponen.

Faktor *method* dalam perakitan yang digunakan pada PT. BKI juga dapat menyebabkan cacat pada kotak bagian dalam. Hal ini dapat terjadi karena tenaga yang berlebihan selama perakitan atau teknik pengencangan yang tidak tepat. Untuk mengatasi masalah ini, kami merekomendasikan penerapan prosedur perakitan standar yang menekankan teknik pengencangan yang tepat menggunakan *stripping* band dengan tinjauan proses perakitan secara berkala untuk mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dan menerapkan tindakan perbaikan jika diperlukan [29].

Faktor *environment* seperti suhu, kelembaban, dan debu juga dapat berkontribusi terhadap terjadinya cacat *innerbox* di PT. BKI. Hal ini dapat mengakibatkan komponen tidak sejajar atau terikat selama perakitan karena kondisi lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, kami merekomendasikan penerapan lingkungan terkendali untuk operasi perakitan yang meminimalkan dampak faktor lingkungan pada penyelarasan dan pemasangan komponen. Selain itu, kami menyarankan penerapan jadwal pembersihan rutin untuk meminimalkan dampak debu dan kotoran pada penyelarasan dan peletakan *innerbox* yang sudah dirakit menggunakan *stripping* band.

3.5. Control

Proses identifikasi faktor eksisting cacat *innerbox*, penilaian sigma masuk kategori 2,94 dan 2,83 dengan analisa *root cause analysis* menggunakan faktor 6M telah memberikan pengendalian yang tepat. Pengendalian telah dilakukan selama 2 bulan, sejak Januari 2023 hingga Februari 2023 yang melibatkan entitas tim gudang, manajer BKI dan penyuplai dengan desain pengendalian berikut.



Gambar 4. Desain Pengendalian Kualitas *Innerbox* PT. BKI
(Sumber : Olah data, 2023)

Desain pengendalian kualitas *innerbox* PT. BKI mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan cacat pada *innerbox*. Proses identifikasi cacat *innerbox* menggunakan analisis 6M menunjukkan nilai sigma 2,94 dan 2,83. Pengendalian telah diterapkan selama 2 bulan, dari Januari hingga Februari 2023, memberikan solusi yang tepat. Pengukuran yang inkonsisten, bahan material yang tidak sesuai standar, kurangnya pelatihan tenaga kerja, masalah perawatan mesin, teknik perakitan yang kurang tepat, serta pengaruh lingkungan. Solusi yang diusulkan melibatkan penggunaan material karton tipe duplex, penataan *innerbox* zig-zag, perawatan mesin yang teratur, penerapan teknik perakitan yang standar, dan pengendalian lingkungan yang lebih baik. Berdasarkan usulan-usulan dan *feedback* dari berbagai pihak, *improvement* terpilih adalah penggunaan *stripping* band sebagai pengganti lakban pada kemasan *innerbox*. Pengendalian ini dianggap efektif dan memberikan keuntungan signifikan bagi PT. BKI, seperti eliminasi kerusakan kemasan, penataan *innerbox* yang lebih rapi, penghematan waktu dan biaya *rework*, serta peningkatan kualitas produk tanpa kerugian yang disebabkan oleh kemasan *innerbox* yang buruk.

4. Kesimpulan

Six Sigma pada PT. BKI menunjukkan peningkatan nilai sigma dari 2,94 ke 2,83 dalam mengendalikan cacat *innerbox*. Penggunaan *stripping* band sebagai pengganti lakban pada kemasan *innerbox* memberikan solusi efektif dan menguntungkan PT. BKI. Pengendalian selama 2 bulan menunjukkan solusi yang tepat dalam menangani masalah ini. Metode Six Sigma efektif dalam mengidentifikasi faktor penyebab cacat *innerbox*, memberikan landasan untuk perbaikan sistematis. Implementasi ini membantu PT. BKI memahami, mengidentifikasi, dan menangani penyebab utama cacat *innerbox*, memungkinkan perusahaan untuk mengadopsi perbaikan yang cermat untuk meningkatkan kualitas, efisiensi, dan kepuasan pelanggan.

Daftar Pustaka

- [1] BPSStatistik-Indonesia, “Pertumbuhan Ekonomi Kota Surabaya Tahun 2022,” *BPS Statistik*, 2022. <https://surabayakota.bps.go.id/pressrelease/2023/03/30/307/pertumbuhan-ekonomi-kota-surabaya-tahun-2022.html> (accessed Jan. 22, 2022).
- [2] D. Hariyani and S. Mishra, “Drivers for the adoption of integrated sustainable green lean six sigma agile manufacturing system (ISGLSAMS) and research directions,” *Clean. Eng. Technol.*, vol. 7, p. 100449, 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100449.
- [3] D. Skalli, A. Charkaoui, and A. Cherrafi, “Assessing interactions between Lean Six-Sigma, Circular Economy and industry 4.0: toward an integrated perspective,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 10, pp. 3112–3117, 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.10.207.
- [4] I. Alhuraish, C. Robledo, and A. Kobi, “Assessment of Lean Manufacturing and Six Sigma operation with Decision Making Based on the Analytic Hierarchy Process,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 12, pp. 59–64, 2016, doi: 10.1016/j.ifacol.2016.07.550.
- [5] A. L. C. Guevarra, Y. T. Prasetyo, A. K. S. Ong, and K. A. Mariñas, “Employees’ preference analysis on lean six sigma program coaching attributes using a conjoint analysis approach,” *Heliyon*, vol. 9, no. 7, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17846.
- [6] A. Mittal, P. Gupta, V. Kumar, A. Al Owad, S. Mahlawat, and S. Singh, “The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company,” *Heliyon*, vol. 9, no. 3, p. e14625, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14625.
- [7] S. Paramasivam and K. Muthusamy, “Study of Critical Success Factors in Engineering Education Curriculum Development using Six-Sigma Methodology,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 56, no. 1, pp. 652–661, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.700.
- [8] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpofu, R. Maladzhi, and M. G. Kana-Kana Katumba, “Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry,” *Heliyon*, vol. 8, no.

- 3, p. e09043, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09043.
- [9] A. K. Swain, Q. R. Cao, and W. L. Gardner, “Six Sigma success: Looking through authentic leadership and behavioral integrity theoretical lenses,” *Oper. Res. Perspect.*, vol. 5, pp. 120–132, 2018, doi: 10.1016/j.orp.2018.04.001.
- [10] Z. XU *et al.*, “Sigma factor 70 RpoD contributes to virulence by regulating cell motility, oxidative stress tolerance, and manipulating the expression of hrpG and hrpX in *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*,” *J. Integr. Agric.*, 2023, doi: 10.1016/j.jia.2023.10.017.
- [11] Jonny and J. Christyanti, “Improving the Quality of Asbestos Roofing at PT BBI using Six Sigma Methodology,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 65, no. ICIBSoS, pp. 306–312, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.11.127.
- [12] N. Abbes, N. Sejri, J. Xu, and M. Cheikhrouhou, “New Lean Six Sigma readiness assessment model using fuzzy logic: Case study within clothing industry,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 61, no. 11, pp. 9079–9094, 2022, doi: 10.1016/j.aej.2022.02.047.
- [13] J. P. Costa, I. S. Lopes, and J. P. Brito, “Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process,” *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 1592–1599, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.126.
- [14] J. W. Linville, D. Schumann, C. Aston, S. Defibaugh-Chavez, S. Seebohm, and L. Touhey, “Using a six sigma *fishbone* analysis approach to evaluate the effect of extreme weather events on salmonella positives in young chicken slaughter establishments,” *J. Food Prot.*, vol. 79, no. 12, pp. 2048–2057, 2016, doi: 10.4315/0362-028X.JFP-16-173.
- [15] N. Izzah and M. F. Rozi, “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.*, vol. 7, no. 1, p. 13, 2019, doi: 10.25139/smj.v7i1.1234.
- [16] A. Hardiyanti, A. Mawadati, and A. H. Wibowo, “Analisis Pengendalian Kualitas Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC),” *Ind. Eng. J. Univ. SARJANA WIYATA TAMANSISWA*, vol. 5, no. 1, pp. 41–47, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/IEJST/index>.
- [17] J. A. Pradana, K. S. Yunastrian, and M. F. Abdullah, “Integrasi Waiting Line Dan *Fishbone* Diagram Sebagai Optimasi Jumlah Fasilitas Antrian Migrasi Rekening,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 8, no. 1, pp. 17–22, 2022.
- [18] A. Annai Nashida and Y. Syahrullah, “Perbaikan Kualitas Pada Proses Produksi Kabel Type NYA dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada Perusahaan Manufaktur Kabel di Banyumas,” *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 2, p. 147, 2021, doi: 10.30737/jurmatis.v3i2.1792.
- [19] A. M. Novikov and D. A. Novikov, *Research Methodology: From Philosophy of Science to Research Design*. CRC Press, 2013.
- [20] A. Erdoğan and H. Canatan, “Literature Search Consisting of the Areas of Six Sigma’s Usage,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 195, no. 0212, pp. 695–704, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.06.160.
- [21] K. Antosz, M. Jasiulewicz-Kaczmarek, R. Waszkowski, and J. Machado,

- “Application of Lean Six Sigma for sustainable maintenance: case study,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 19, pp. 181–186, 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.09.204.
- [22] D. M. Utama and M. Abirfatin, “Sustainable Lean Six-sigma : A new framework for improve sustainable manufacturing performance,” *Clean. Eng. Technol.*, vol. 17, no. October, p. 100700, 2023, doi: 10.1016/j.clet.2023.100700.
- [23] N. Abbes, N. Sejri, Y. Chaabouni, and M. Cheikhrouhou, “Application of Six Sigma in Clothing SMEs: A case study,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 460, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/460/1/012009.
- [24] D. Rimantho and D. M. Mariani, “Penerapan Metode Six Sigma Pada Pengendalian Kualitas Air Baku Pada Produksi Makanan,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–12, Jun. 2017, doi: <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i1.2283>.
- [25] N. C. Harsoyo and J. Rahardjo, “Upaya Pengurangan Produk Cacat Dengan Metode DMAIC Di PT . X,” *J. Titra*, vol. 07, no. 1, pp. 43–50, 2019.
- [26] F. P. S. Surbakti, M. Tukiran, and A. Natalia, “Usulan Penerapan Metodologi Dmaic Untuk Meningkatkan Kualitas Berat Produk Di Lini Produksi Filling: Studi Kasus Pt Java Egg Specialities, Cikupa,” vol. 12, no. 2, pp. 1–8, 2011, doi: 10.21107/rekayasa.
- [27] F. Pratomo, “Streamlining Proses Bisnis Penyiapan Press Release Inflasi,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 125–130, 2021.
- [28] D. A. Prameswara, Mustafid, and A. Prahutama, “Metode Servqual-Six Sigma untuk Peningkatan Kualitas Pelayanan Publik,” *J. Gaussian*, vol. 3, no. 4, pp. 625–634, 2014, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>.
- [29] A. Silva, L. Coelho, M. Darvish, and J. Renaud, “Integrating storage location and order picking problems in warehouse planning,” *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 140, 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.102003.