

Analysis of Contamination Risk Management in Diaper Production Integrating Work Breakdown Structure (WBS), Risk Breakdown Structure (RBS), and Probability Impact Matrix (PIM)

[Analisa Manajemen Risiko Kontaminasi pada Produksi Diapers Mengintegrasikan Work Breakdown Structure (WBS), Risk Breakdown Structure (RBS), dan Probability Impact Matrix (PIM)]

Achmad Fajar Afifianto¹⁾, Wiwik Sulistiyowati ^{*,2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wiwik@umsida.ac.id

Abstract. *The diaper industry demands stringent quality regulations to ensure the safety of infants' highly sensitive skin. At PT. XYZ, a concerning trend has emerged, with customer complaints regarding product contamination rising to 12 cases between January and September 2025 a figure that surpasses the company's annual tolerance threshold. This study seeks to uncover the root causes of these incidents and evaluate the highest contamination risks using a Probability Impact Matrix (PIM). By mapping these critical risks, this research aims to formulate effective remedial strategies to restore and enhance product quality standards.. The method used in this study is to integrate the Work Breakdown Structure (WBS), Risk Breakdown Structure (RBS), and Probability Index Matrix (PIM) approaches. Work Breakdown Structure (WBS), which organizes work into levels and focuses on results. WBS is used to determine potential contamination based on stages and production processes. A Risk Breakdown Structure (RBS) is a method that compiles an orderly, systematic, and well-planned hierarchical structure of risks within an organization. The Probability Impact Matrix (PIM) is an instrument used to identify potential risks and possible impacts on project objectives if these risks occur. The results of this study show that the root causes of problems with adhesive sticking and moving in the distribution roll include inconsistent cleaning, lack of monitoring, the roll being too close to the adhesive part, the roll material being too sticky, and cleaning SOPs not being applied. Meanwhile, the root of the problem with crusty adhesive droplets on the topsheet is that the adhesive cut-off timing is not suitable, and there is a lack of a drip shelter, a lifetime part. For the highest level of contamination risk to product quality, namely adhesive sticking and crusting on the distribution roller, with a risk level value of 25, with severe status (very high). The improvement recommendations given are the replacement of the roll coating with non-stick rolls, standardization of roll distances to adhesive parts, addition of blow water, and implementation of periodic cleaning schedules.*

Keywords - Risk Management; Production Process; WBS; RBS; PIM.

Abstrak. *Industri diapers menuntut regulasi yang ketat demi menjamin keamanan kulit sensitive bayi saat digunakan. Kasus peningkatan keluhan pelanggan PT. XYZ dikarenakan adanya kontaminasi produk mencapai 12 kasus dalam kurun waktu Januari-September 2025. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akar permasalahan atau penyebab, mengukur level risiko kontaminasi tertinggi, dan mengetahui tingkat risiko tertinggi menggunakan Probability Impact Matrix (PIM), guna merumuskan rekomendasi perbaikan yang efektif untuk memperbaiki mutu dari produk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengintegrasikan pendekatan Work Breakdown Structure (WBS), Risk Breakdown Structure (RBS), dan Probability Index Matrix (PIM). Work Breakdown Structure (WBS), yang merupakan pengorganisasian pekerjaan dalam tingkatan dan berfokus pada hasil. WBS digunakan untuk mengetahui potensi kontaminasi berdasarkan tahapan dan proses produksi. Risk Breakdown Structure (RBS) merupakan metode yang menyusun komposisi hierarki yang teratur, sistematis, dan terencana dengan baik terkait risiko dalam organisasi. Serta Probability Impact Matrix (PIM) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko potensial dan dampak yang mungkin terjadi pada tujuan proyek jika risiko tersebut terjadi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akar penyebab permasalahan pada adhesive menempel dan bergerak di roll distribusi adalah cleaning tidak konsisten, kurangnya monitoring, jarak roll terlalu dekat dengan part adhesive, bahan roll mudah lengket, dan SOP cleaning tidak diterapkan. Sedangkan akar permasalahan pada tetesan adhesive berkerak di topsheet adalah cut-off timing adhesive tidak sesuai, tidak terpasangnya tempat penampungan tetesan, lifetime part. Untuk tingkat risiko terkontaminasi tertinggi terhadap mutu produk, yaitu adhesif menempel dan berkerak di roll distribusi, dengan nilai tingkat risiko 25 dengan status severe (sangat tinggi). Sehingga rekomendasi perbaikan yang*

diberikan adalah penggantian jenis roll coating menjadi roll anti lengket, standarisasi jarak roll terhadap part adhesive, penambahan air blow, serta penerapan jadwal pembersihan berkala.

Kata Kunci: Manajemen Risiko; Proses Produksi; WBS; RBS; PIM.

I. PENDAHULUAN

Industri produk *diapers* merupakan salah satu sektor yang memiliki tuntutan tinggi terhadap kualitas dan keamanan produk [1]. *Diapers* atau popok sekali pakai menjadi kebutuhan pokok terutama bagi bayi, balita, dan orang dewasa yang mengalami kondisi medis tertentu. Karena pengguna *diapers* utamanya adalah bayi dengan kulit yang sangat sensitif, setiap tahapan produksi *diapers* harus memenuhi standar mutu yang ketat dan diawasi secara menyeluruh. Produk *diapers* tidak hanya dituntut memenuhi aspek fungsional dan kenyamanan, tetapi juga harus menjamin higienitas serta keamanan dari potensi kontaminasi yang dapat membahayakan kesehatan bayi maupun penggunaannya [2]. PT. XYZ sebagai perusahaan PMA produsen *diapers* dengan merek BabyPants telah menerapkan sistem manajemen mutu untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi regulasi dan persyaratan yang berlaku, termasuk standar halal. Namun demikian, risiko kontaminasi masih menjadi perhatian dalam proses produksi. Sumber kontaminasi dapat berasal dari bahan baku, kondisi lingkungan area produksi, serta peralatan dan prosedur kerja selama proses berlangsung [3]. Apabila tidak dikendalikan secara optimal, kontaminasi tidak hanya menurunkan mutu produk, tetapi juga berpotensi mengurangi kepercayaan konsumen terhadap citra produk [4].

Berdasarkan data *Customer Service* (CS) selama periode Januari hingga September 2025, tercatat sebanyak 12 kasus keluhan konsumen terhadap produk *diapers* yang dihasilkan. Angka ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keluhan pelanggan dari target 4 kasus yang telah ditetapkan perusahaan dalam periode 1 tahun. Dari 12 kasus tersebut, tiga di antaranya disebabkan oleh adanya partikel atau benda asing yang tidak terdeteksi oleh alat *Quality Control* (QC) yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas dan mutu yang diterapkan masih belum optimal dan perlu dievaluasi lebih lanjut, khususnya terkait kebersihan peralatan dan proses produksi yang belum optimal. Kondisi ini tidak hanya berpengaruh pada kualitas produk, tetapi juga meningkatkan biaya produksi, serta berisiko terhadap ketidakpatuhan terhadap standar mutu yang telah diterapkan perusahaan dengan cara peningkatan sistem pengendalian kualitas agar potensi munculnya kontaminasi dapat diminimalkan.

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya analisis lebih mendalam untuk mengidentifikasi sumber potensial kontaminasi, menilai tingkat risiko yang muncul, serta menentukan langkah pengendalian yang efektif dan efisien. Penelitian ini menggunakan pendekatan yang mengintegrasikan tiga metode utama, yaitu *Work Breakdown Structure* (WBS) sebagai teknik pengorganisasian pekerjaan secara bertingkat yang berorientasi pada hasil. WBS digunakan untuk mengetahui potensi kontaminasi berdasarkan tahapan dan proses produksi [5][6]. *Risk Breakdown Structure* (RBS) merupakan metode yang menyusun komposisi hierarki yang teratur, sistematis, dan terencana dengan baik terkait risiko dalam organisasi. RBS digunakan untuk mengetahui jenis dan sumber risiko berdasarkan hasil dari WBS [7][8]. *Probability Impact Matrix* (PIM) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko potensial dan dampak yang mungkin terjadi pada tujuan proyek jika risiko tersebut terjadi. Instrumen ini menggabungkan frekuensi kemungkinan terjadinya suatu peristiwa dengan dampaknya terhadap proyek, yang kemudian dapat dikelompokkan ke dalam kategori tingkat risiko yang berbeda untuk menentukan prioritas risiko kontaminasi dari data hasil RBS [9][10]. Melalui kombinasi ketiga metode tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memetakan aktivitas produksi secara sistematis, mengelompokkan potensi risiko secara terstruktur, serta menilai besaran dampak dan probabilitas terjadinya risiko kontaminasi. Penelitian terdahulu tentang manajemen risiko pada proses produksi, antara lain, Laksono menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS) untuk mengidentifikasi risiko pekerjaan untuk mengurangi potensi risiko pada proyek konstruksi [11]. Novianto melakukan identifikasi peluang risiko kegagalan dalam proses pembangunan gedung dengan mengintegrasikan metode *Work Breakdown Structure* (WBS) dan *Risk Breakdown Structure* (RBS) [7]. Yoyo melakukan identifikasi risiko kegagalan pada proses pembangunan menggunakan metode *Probability Impact Matrix* (PIM) [12].

Dengan mengimplementasikan pendekatan ini, diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih akurat dalam menentukan area kerja dengan tingkat risiko tertinggi dan menghasilkan rekomendasi pengendalian yang tepat sasaran. Selain itu, hasil analisis diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengubah sistem pengendalian kualitas dari yang bersifat *corrective* menjadi *preventive*, sehingga risiko kontaminasi dapat diminimalkan sejak tahap awal produksi [13]. Upaya ini tidak hanya akan memperkuat sistem manajemen mutu perusahaan, tetapi juga menjaga kepercayaan konsumen terhadap produk *BabyPants*. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu : (1) Mengetahui sumber dan akar penyebab risiko kontaminasi tertinggi menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA), (2) Mengetahui tingkat risiko kontaminasi tertinggi terhadap mutu produk menggunakan *Probability Impact Matrix* (PIM), (3) Memberikan rekomendasi perbaikan guna meminimalkan kontaminasi produk berdasarkan hasil integrasi metode *Work Breakdown Structure* (WBS), *Risk Breakdown Structure* (RBS), dan *Probability Impact Matrix* (PIM).

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

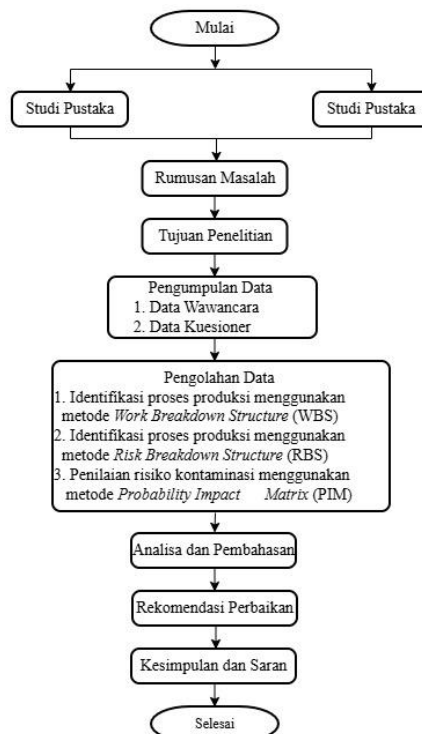
Penelitian ini dilakukan dengan kurun waktu 6 bulan dimulai pada bulan Agustus 2025 – Januari 2026 di PT. XYZ, yaitu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi *diaper* yang berlokasi di Jawa Timur.

B. Tahapan Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan penelitian atau langkah-langkah penelitian yang digambarkan menggunakan *flowchart* pada gambar 2.1.

Langkah-langkah penelitian :

1. Penelitian ini dimulai dengan studi pendahuluan berupa studi pustaka yang digunakan untuk menganalisis sumber-sumber yang relevan dalam memahami dasar teori. Sedangkan studi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data langsung di perusahaan, dan mendapatkan informasi yang akurat.
2. Perumusan guna mengidentifikasi permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian serta menetapkan tujuan penelitian yang jelas dan spesifik, seperti masalah kontaminasi yang terjadi dalam proses produksi *diapers*.
3. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis topik dengan harapan dapat menjawab penelitian terkait kontaminasi pada proses produksi *diaper*.
4. Pada pengumpulan data, digunakan dua jenis data, yaitu data primer yang dikumpulkan melalui observasi langsung, kuesioner, dan wawancara dengan narasumber *expert* yang bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas berisiko kontaminasi serta mitigasinya sebagai dasar penyusunan WBS. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan, data historis kontaminasi atau produk NG, dan sumber lain yang mendukung penelitian ini.
5. Proses pengolahan data dilakukan untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan mengevaluasi tingkat risiko kontaminasi pada setiap tahapan proses produksi *diapers* beserta faktor-faktor penyebabnya. Penelitian ini mengintegrasikan metode *Work Breakdown Structure* (WBS), *Risk Breakdown Structure* (RBS), dan *Probability Impact Matrix* (PIM).
6. Analisa dan Pembahasan: setelah melakukan pengolahan data-data, kemudian melakukan analisa dan pembahasan untuk dapat menentukan prioritas pengendalian risiko kontaminasi.
7. Rekomendasi berdasarkan hasil analisis WBS, RBS, dan PIM dengan tujuan untuk mengendalikan potensi risiko kontaminasi pada produksi *diapers*.
8. Kesimpulan dan Saran, Kesimpulan penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi, mengelompokkan, dan memprioritaskan risiko kontaminasi pada produksi *diapers* dengan mengintegrasikan WBS, RBS, dan PIM. Hasil analisis tersebut diharapkan dijadikan dasar perbaikan berkelanjutan dalam sistem manajemen risiko perusahaan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

C. Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) berfungsi untuk memetakan dan menguraikan seluruh aktivitas atau proses kerja menjadi bagian-bagian kecil yang terstruktur [13]. Proses produksi dibagi ke dalam aktivitas utama dan subaktivitas yang lebih rinci, sehingga setiap tahapan kerja dapat diidentifikasi secara jelas. WBS digunakan sebagai dasar untuk menentukan titik-titik kritis proses yang berpotensi menimbulkan risiko kontaminasi [11].

D. Risk Breakdown Structure (RBS)

Risk Breakdown Structure (RBS). RBS bertujuan untuk mengelompokkan berbagai risiko berdasarkan sumber atau kategori penyebabnya, seperti risiko material, mesin, manusia, metode, maupun lingkungan. Pengelompokan ini membuat proses identifikasi lebih terarah karena risiko ditelusuri dari akar penyebabnya berdasarkan data dari WBS [14]. Setiap risiko kontaminasi dikaitkan langsung dengan aktivitas produksi tertentu dalam WBS, sehingga hubungan antara proses dan risiko dapat dianalisis secara sistematis berdasarkan data dari WBS.

E. Probability Impact Matrix (PIM)

Tahap selanjutnya adalah penilaian risiko menggunakan *Probability Impact Matrix* (PIM). Penilaian risiko dilakukan dengan memberikan nilai pada dua parameter utama, yaitu probabilitas (*Probability*) yang menunjukkan peluang terjadinya risiko kontaminasi dan dampak (*Impact*) yang menunjukkan tingkat keparahan akibat yang ditimbulkan apabila risiko tersebut terjadi [10]. Penilaian probabilitas dan dampak dilakukan menggunakan skala numerik, umumnya skala 1 sampai 5, berdasarkan hasil kuesioner dan pendapat responden ahli. Nilai tingkat risiko dihitung menggunakan rumus *Probability Impact Matrix* (PIM) sebagai berikut:

$$\text{Nilai Risiko} = \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \dots\dots\dots (1)$$

Sumber: [15], [16].

Dimana :

Nilai Risiko : Level risiko.

Probability : Probabilitas atau kemungkinan terjadinya risiko.

Impact : Tingkat atau level dampak dari risiko yang terjadi.

Tabel 1. Skala Probabilitas Kejadian Risiko.

Skala	<i>Probability</i>	Keterangan
1	<i>Very Unlikely</i>	Risiko hampir tidak mungkin terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Risiko mungkin terjadi
3	<i>Possible</i>	Risiko bisa terjadi
4	<i>Likely</i>	Risiko mungkin sering terjadi
5	<i>Very Likely</i>	Risiko pasti terjadi

Sumber [17].

Tabel 2. Skala Dampak Kejadian Risiko.

Skala	<i>Impact</i>	Keterangan
1	<i>Nigligible</i>	Dampak dari risiko sangat kecil hampir tidak terasa
2	<i>Minor</i>	Dampak dari risiko ringan tetapi mudah dikendalikan
3	<i>Moderate</i>	Dampak dari risiko sedang yang perlu diperhatikan
4	<i>Significant</i>	Dampak dari risiko besar yang berpotensi menimbulkan kerugian
5	<i>Severe</i>	Dampak dari risiko sangat serius atau kritis dan menghambat produksi

Sumbe [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan beberapa aktivitas, yaitu identifikasi WBS dan RBS. WBS merupakan kegiatan proses produksi diapers, sedangkan RBS melakukan identifikasi risiko di setiap tahapan dari WBS.

1. Identifikasi WBS

Work Breakdown Structure (WBS) digunakan untuk menguraikan proses produksi diapers menjadi beberapa tahapan kerja, mulai dari persiapan material hingga proses pengemasan. Pembagian proses ini bertujuan untuk mempermudah identifikasi aktivitas kerja serta potensi risiko kontaminasi yang dapat terjadi pada setiap tahapan produksi. Seperti pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. *Work Breakdown Structure* (WBS).

Kode WBS	Level 1 (Proses Utama)	Level 2 (Sub-Proses)	Keterangan (dari aktivitas level 2)
1	Persiapan Material	1.1 Pulp Feeding	Pembukaan bale pulp & penghancuran di Hammer Mill
		1.2 Sap Dosing	Pencampuran & penakaran ratio SAP
2	Core Forming	2.1 Core Formation	Pembentukan absorb & pencampuran pulp-SAP

Kode WBS	Level 1 (Proses Utama)	Level 2 (Sub-Proses)	Keterangan (dari aktivitas level 2)
3	Perakitan & Adhesive	2.2 Tissue Wrapping	Pembungkusan <i>absorbent core</i> dengan tissue
		3.1 Peleburan Adhesive	<i>Melting adhesive</i> pada tangki & kontrol suhu
		3.2 Distribution & Filtering	<i>Pumping adhesive & Filtering</i> kotoran
		3.3 Transfer System	Pengaliran <i>Hot Adhesive</i> melalui selang pemanas (<i>Heated Hose</i>) ke aplikator
		3.4 Construction	Pengaplikasian lem untuk merekatkan Backsheet & Topsheet
4	Packaging	3.5 Elastic Bonding	Pengaplikasian lem untuk merekatkan <i>Spandex</i> & Backsheet
		3.6 Cutting	Pembentukan lekukan paha & pemotongan akhir sesuai <i>size</i>
		4.1 Stacking	Penyusunan popok sebelum masuk ke kemasan
		4.2 Sealing	Penutupan (<i>sealing</i>) kemasan plastik & pemotongan sisa plastik

2. Identifikasi Risiko

Tahap identifikasi risiko bertujuan untuk menemukan potensi-potensi kontaminasi yang dapat terjadi selama proses produksi, yang mana data diperoleh dari observasi dan wawancara. Tahap ini menggabungkan dua pendekatan, yaitu berbasis aktivitas (WBS) dan berbasis sumber risiko (RBS). Dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. Identifikasi Risiko Kontaminasi pada Proses Produksi *Diapers*.

Kode Risiko	Work Breakdown Structure (WBS)	Risk Breakdown Structure (RBS) Risk Category	Risk Event	Penyebab Potensial
R01	1.1 Pulp Feeding	Material Risk	Kontaminasi plastik pembungkus pulp	Proses material handling kurang bersih
R02	1.1 Pulp Feeding	Machine Risk	Serpihan logam masuk ke serbuk kapas	Pisau <i>Hammer Mill</i> aus atau bergesekan dengan dinding screen
R03	1.2 SAP Dosing	Machine Risk	Serpihan logam masuk ke dalam dosing area	Plat dosing aus atau bergesekan dengan forming drum
R04	2.1 Core Formation	Environment Risk	Debu proses menggumpal (<i>Hardspot</i>) jatuh ke dalam <i>absorbent</i>	Suction lemah, kebersihan <i>area forming</i> tidak optimal
R05	2.2 Tissue Wrapping	Environment Risk	Tumpukan debu masuk ke dalam produk	Kebersihan area tissue wrapping tidak terjaga dengan baik
R06	3.1 Melting System	Method Risk	Pembentukan Kerak di dinding tangki melting	Settingan suhu melebihi batasan standar
R07	3.1 Melting System	Environment Risk	Debu masuk ke tangki melting mencemari cairan <i>adhesive</i>	Tutup tangki utama sering dibiarkan terbuka setelah saat mengisi <i>adhesive</i>
R08	3.2 Distribution	Machine Risk	Lolosnya butiran kerak hitam ke jalur distribusi <i>adhesive</i>	Ukuran mesh filter terlalu besar (sehingga kerak kecil lolos)
R09	3.2 Distribution	Machine Risk	<i>Adhesive</i> menempel dan berkerak di roll distribusi	Kerak menempel pada produk (kontaminasi) dan potensi produk sobek
R10	3.3 Transfer System	Machine Risk	Keluaran <i>adhesive</i> tidak stabil	Terdapat udara didalam hose
R11	3.4 Construction	Machine Risk	Tetes <i>adhesive</i> berkerak pada Topsheet	Kerak mengganjal part sehingga tidak menutup dengan rapat
R12	3.4 Construction	Man Risk	Ujung nozzle penyok (menyebabkan semprotan miring)	<i>Handling nozzle</i> tidak sesuai standar saat pembersihan
R13	3.5 Elastic Bonding	Machine Risk	<i>Adhesive</i> merembes keluar dari nozzle <i>spandex</i>	Ratio penggunaan <i>adhesive</i> terlalu tinggi atau berlebihan
R14	3.6 Cutting	Machine Risk	Tetes lemak masuk kedalam produk (kontaminasi)	Seal atau penutup pada <i>unit cutting</i> bocor
R15	4.1 Stacking	Environment Risk	Kontaminasi debu atau benda asing pada tumpukan produk	Mesin packing kotor atau serpihan part dari mesin terbawa masuk ke produk
R16	4.1 Stacking	Man Risk	Rambut jatuh ke dalam kemasan	Operator tidak menggunakan <i>hairnet</i> dengan benar
R17	4.2 Sealing	Man Risk	Sisa potongan plastik terbawa ke produk kemasan <i>finish good</i>	Pemotongan tidak sempurna dan tidak dapat terpisah dari kemasan

Dari hasil identifikasi pada Tabel 4, ditemukan sebanyak 17 potensi risiko kontaminasi yang tersebar di seluruh tahapan produksi (WBS) dan melalui pendekatan RBS diketahui *risk event* dan penyebab potensial kontaminasi.

B. Analisa Risiko

Setelah tahap identifikasi, dilakukan analisis risiko untuk menentukan besaran tingkat risiko (*Risk Level*) dari setiap potensi kontaminasi yang telah ditemukan. Analisis ini menggunakan metode *Probability Impact Matrix* (PIM) dengan mengalikan nilai rata-rata frekuensi kejadian (*Probability*) dan dampak keparahan (*Impact*) yang diperoleh dari penilaian narasumber *expert* di bidang produksi *diapers*. Berikut adalah kategori risiko dan hasil penilaian skor risiko secara menyeluruh yang disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kategori Risiko

Level	Kategori Risiko	Rentang Skor (P×I)	Kode Warna	Deskripsi & Tindakan Mitigasi
5	Sangat Tinggi (Severe)	20 – 25	Merah	Risiko tidak dapat ditoleransi. Proses produksi harus dihentikan sementara atau dilakukan tindakan perbaikan segera. Diperlukan perubahan sistem secara fundamental.
4	Tinggi (Significant)	12 – 19	Oranye	Prioritas utama. Risiko signifikan yang berpotensi mengganggu proses produksi dan memerlukan tindakan pengendalian segera.
3	Sedang (Moderate)	6 – 10	Kuning	Risiko masih dapat diterima dengan penerapan pengendalian yang ketat dan pemantauan berkala.
2	Rendah (Minor)	3 – 5	Hijau muda	Risiko dapat ditoleransi. Penanganan cukup melalui prosedur operasional standar (SOP) rutin tanpa memerlukan investasi tambahan.
1	Sangat Rendah (Negligible)	1 – 2	Hijau tua	Risiko tidak signifikan dan cukup dilakukan pemantauan secara periodik.

Penilaian risiko menggunakan metode PIM diketahui bahwa dari 17 item terdapat 8 item dengan tingkat risiko *Minor*, 4 item dengan tingkat risiko *Moderate*, 8 item dengan tingkat risiko *Significant*, dan terdapat 2 item yang diambil dari data kuesioner dengan narasumber *expert* atau ahli di bidang produksi *diapers* menunjukkan kategori sangat tinggi (*Severe*) yang tidak dapat ditoleransi dan harus segera dilakukan penanganan agar potensi terjadinya risiko kontaminasi tidak terjadi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penilaian Risiko Kontaminasi pada Proses Produksi *Diapers* dengan Menggunakan PIM

Kode Risiko	Work Breakdown Structure (WBS)	Risk Breakdown Structure (RBS)	Risk Event	Penyebab Potensial	TOTAL			Keterangan
		Risk Category			P	I	Tingkat Risiko	
R01	1.1 Pulp Feeding	Material Risk	Kontaminasi plastik pembungkus pulp	Proses <i>material handling</i> kurang bersih	1	3	3	Minor
R02	1.1 Pulp Feeding	Machine Risk	Serpihan logam masuk ke serbuk kapas	Pisau <i>Hammer Mill</i> aus atau bergesekan dengan dinding <i>screen</i>	1	4	4	Minor
R03	1.2 SAP Dosing	Machine Risk	Serpihan logam masuk ke dalam dosing area	Plat dosing aus atau bergesekan dengan <i>forming drum</i>	1	4	6	Minor
R04	2.1 Core Formation	Environment Risk	Debu proses menggumpal (<i>Hardspot</i>) jatuh ke dalam absorbent	Suction lemah, kebersihan area <i>forming</i> tidak optimal	3	2	7	Moderate
R05	2.2 Tissue Wrapping	Environment Risk	Tumpukan debu masuk ke dalam produk	Kebersihan area <i>tissue wrapping</i> tidak terjaga dengan baik	4	4	15	Significant
R06	3.1 Melting System	Method Risk	Pembentukan Kerak di dinding tangki <i>melting</i>	Settingan suhu melebihi batasan standar	5	4	20	Significant
R07	3.1 Melting System	Environment Risk	Debu masuk ke tangki <i>melting</i> mencemari cairan adhesive	Tutup tangki utama sering dibiarkan terbuka setelah saat mengisi <i>adhesive</i>	2	2	5	Minor

Kode Risiko	Work Breakdown Structure (WBS)	Risk Breakdown Structure (RBS)	Risk Event	Penyebab Potensial	TOTAL			Keterangan
		Risk Category			P	I	Tingkat Risiko	
R08	3.2 Distribution	Machine Risk	Lolosnya butiran kerak hitam ke jalur distribusi adhesive	Ukuran mesh filter terlalu besar (sehingga kerak kecil lolos)	4	4	16	Significant
R09	3.2 Distribution	Machine Risk	Adhesive menempel dan berkerak di roll distribusi	Kerak menempel pada produk (kontaminasi) dan potensi produk sobek	5	5	25	Severe
R10	3.3 Transfer System	Machine Risk	Keluaran adhesive tidak stabil	Terdapat udara didalam hose	2	4	9	Moderate
R11	3.4 Construction	Machine Risk	Tetes adhesive berkerak pada Topsheet	Kerak mengganjal part sehingga tidak menutup dengan rapat	4	5	22	Severe
R12	3.4 Construction	Man Risk	Ujung nozzle penyok (menyebabkan semprotan miring)	Handling nozzle tidak sesuai standar saat pembersihan	2	2	4	Minor
R13	3.5 Elastic Bonding	Machine Risk	Adhesive merembes keluar dari nozzle spandex	Ratio penggunaan adhesive terlalu tinggi atau berlebihan	3	3	9	Moderate
R14	3.6 Cutting	Machine Risk	Tetes gemuk masuk kedalam produk (kontaminasi)	Seal atau penutup pada unit cutting bocor	2	4	9	Moderate
R15	4.1 Stacking	Environment Risk	Kontaminasi debu atau benda asing pada tumpukan produk	Mesin packing kotor atau serpihan part dari mesin terbawa masuk ke produk	2	2	4	Minor
R16	4.1 Stacking	Man Risk	Rambut jatuh ke dalam kemasan	Operator tidak menggunakan hairnet dengan benar	2	2	4	Minor
R17	4.2 Sealing	Man Risk	Sisa potongan plastik terbawa ke produk kemasan finish good	Pemotongan tidak sempurna dan tidak dapat terpisah dari kemasan	2	2	5	Minor

Dari **Tabel 6** di atas, tingkat risiko ditentukan dari perhitungan probabilitas (P) dikalikan dengan dampak (I), di mana angka tersebut didapatkan dari data penyebaran kuesioner kepada narasumber *expert* dibidang produksi *diapers* yang akan mengetahui tentang rentang skor dari PIM dan kategori risiko. Kemudian, klasifikasi matriks risiko ke dalam tingkat kemungkinan (probabilitas) dan tingkat keparahan (dampak) dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Probability Impact Matrix

		Impact				
		Negligible	Minor	Moderate	Significant	Severe
Probability	Very Likely				R06	R09
	Likely				R05, R08	R11
	Possible			R13		
	Unlikely		R07, R12, R15, R16, R17	R04	R10, R14	
	Very Unlikely			R01, R02, R03		

Dari **Tabel 7**, terkait matriks di atas diketahui bahwa pada zona hijau didapatkan kode R07, R12, R15, R16, R17 termasuk dalam kelompok risiko yang dinilai rendah (*minor*) dan mudah untuk dikendalikan sehingga kemungkinan kecil untuk terjadi, dan R01, R02, R03 memiliki dampak sedang (*moderate*) namun memiliki probabilitas kejadian yang hampir tidak mungkin terjadi (*very unlikely*) sehingga dianggap aman untuk sekadar dipantau atau tidak memiliki dampak yang besar. Kemudian, pada zona kuning atau risiko dengan tingkat *moderate*, didapatkan kode R13 memiliki kemungkinan terjadinya kecil (*unlikely*) dan dampak yang sedang (*moderate*). Selain itu, kode R10 dan R14 memiliki kemungkinan terjadinya kecil (*unlikely*), namun dampaknya cukup signifikan. R04 juga masuk dalam kategori *unlikely* atau probabilitas kecil, namun dampak risiko perlu diperhatikan. Sedangkan zona *orange* yang memuat kode

R05 dan R08 memiliki probabilitas potensi risiko yang sering muncul dengan potensi memiliki kerugian yang besar, sedangkan R06 memiliki tingkat risiko yang besar atau pasti terjadi (*very likely*) dan dampak besar yang berpotensi menimbulkan kerugian. Kemudian zona warna merah dengan kode R09 dikategorikan sebagai ancaman paling ekstrem karena memiliki probabilitas pasti terjadi (*very likely*) dengan dampak yang sangat kritis dan menghambat proses produksi (*severe*). Sementara itu, R11 memiliki dampak yang sama kritisnya, namun dengan frekuensi kejadian yang sering terjadi (*likely*).

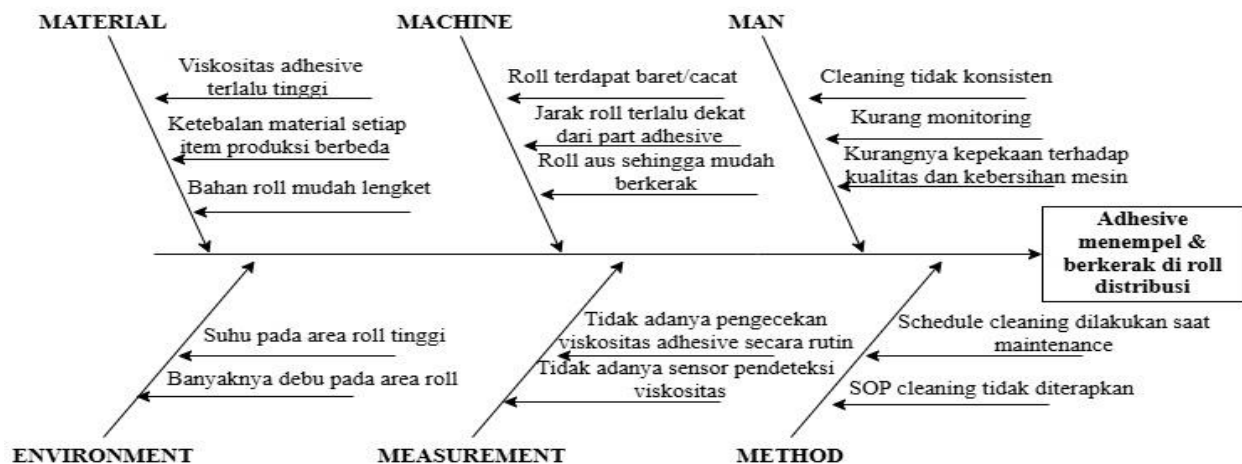
C. Evaluasi Risiko

Dari hasil analisis risiko di atas, selanjutnya dilakukan evaluasi risiko terhadap dampak dari risiko sangat serius atau kritis dan menghambat proses produksi, di mana kode R09 dan R11 memiliki dampak yang sangat kritis (*severe*). Kode R09 yang didapatkan dari proses *Distribution* dengan risiko *adhesive* menempel dan berkerak di *roll* distribusi, dan R11 pada proses *Construction* dengan risiko tetesan *adhesive* berkerak pada *topsheat* dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil Analisis Risiko Kontaminasi.

Work Breakdown Structure (WBS)	Risk Breakdown Structure (RBS) Risk Category	Kode	Nilai tingkat Risiko	Level	Risk Event	Penyebab
3.3 Distribution	Machine Risk	R09	25	Severe	Adhesive menempel dan berkerak di <i>roll</i> distribusi	Kerak menempel pada produk (kontaminasi) dan potensi produk sobek
3.4 Construction	Machine Risk	R11	21,56	Severe	Tetesan <i>adhesive</i> berkerak pada <i>Topsheet</i>	Kerak mengganjal <i>part</i> sehingga tidak menutup dengan rapat

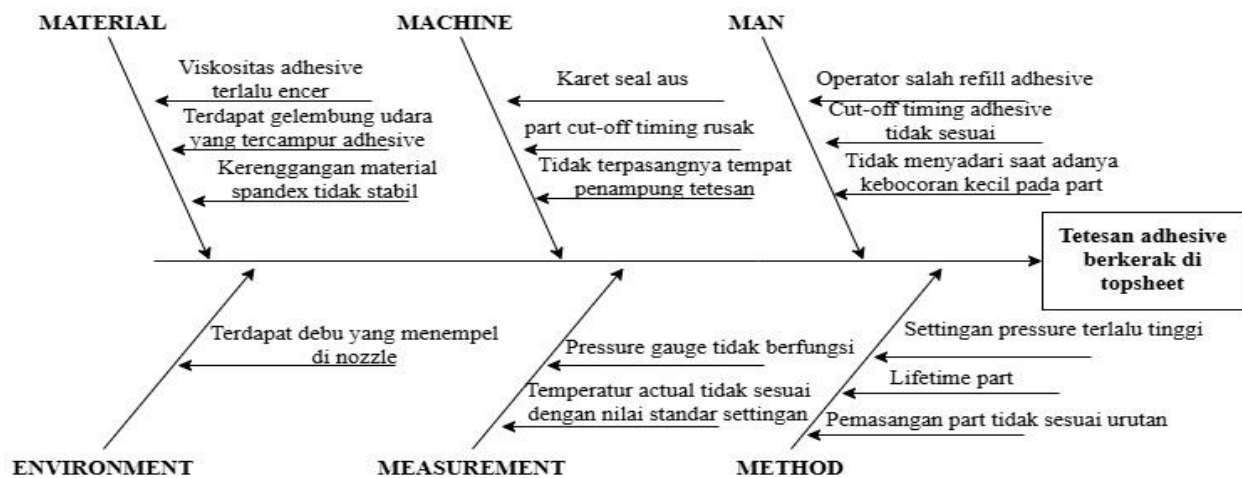
Dari hasil analisis pada **Tabel 8** di atas diketahui bahwa *risk event* *Adhesive* menempel dan berkerak di *roll* distribusi pada kode R09 dengan nilai tingkat risiko 25 poin dan masuk ke dalam *level* *Severe*. Dan tetesan *adhesive* berkerak pada *Topsheet* pada kode R11 dengan nilai tingkat risiko 21,56 poin dan masuk ke dalam *level* *Severe*. Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis penyebab terjadinya masalah dengan menggunakan diagram fishbone yang dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3** berikut.



Gambar 2. Fishbone Diagram Adhesive Menempel dan Berkerak di Roll Distribusi.

Analisis akar masalah penyebab kontaminasi pada **Gambar 2** di atas yang disebabkan oleh adhesif menempel dan berkerak di rol distribusi disebabkan oleh 6 faktor, yaitu pada faktor manusia (*man*), disebabkan oleh mesin pencuci yang tidak konsisten, kurangnya monitoring terhadap kebersihan mesin, dan kurangnya kepekaan terhadap kualitas dan kebersihan mesin. Pada faktor mesin (*machine*), disebabkan oleh *roll* terdapat baret atau cacat, jarak *roll* terlalu dekat dengan part *adhesive* dan *roll* aus sehingga mudah berkerak. Pada faktor *material*, disebabkan oleh viskositas *adhesive* terlalu tinggi atau terlalu kental, ketebalan material setiap item produksi berbeda, dan bahan *roll* mudah lengket. Pada faktor lingkungan (*environment*), disebabkan oleh suhu pada area *roll* yang terlalu panas atau tinggi dan banyaknya debu pada area sekitar *roll*. Pada pengukuran (*measurement*) disebabkan oleh tidak adanya pengecekan viskositas *adhesive* secara rutin, dan tidak adanya sensor pendeteksi viskositas. Dan pada faktor metode (*method*)

disebabkan oleh *schedule* atau jadwal *cleaning* dilakukan saat waktu *maintenance* saja dan SOP *cleaning* tidak diterapkan .



Gambar 3. Fishbone Diagram Tetesan Adhesive Berkerak di Topsheet.

Analisis akar masalah penyebab kontaminasi pada Gambar 3 yang disebabkan oleh tetesan *adhesive* berkerak di topsheet disebabkan oleh 6 faktor, yaitu pada faktor manusia (*man*), disebabkan oleh operator yang salah *refill adhesive*, *cut-off timing adhesive* tidak sesuai, dan tidak menyadari saat adanya kebocoran kecil pada *part adhesive*. Pada faktor mesin (*machine*), disebabkan oleh karet *seal* aus, *part cut-off timing* rusak, dan tidak terpasangnya tempat penampung tetesan *adhesive*. Pada faktor material, disebabkan oleh viskositas *adhesive* terlalu encer, terdapat gelembung udara yang tercampur dalam *adhesive*, dan kerenggangan material *spandex* tidak stabil. Pada faktor lingkungan (*environment*), terdapat debu yang menempel pada *nozzle*. Pada pengukuran (*measurement*) disebabkan oleh *pressure gauge* yang tidak berfungsi dan temperatur *actual* yang tidak sesuai dengan nilai standar settingan. Dan pada faktor metode (*method*) disebabkan settingan *pressure* terlalu tinggi, *lifetime* dari *part* sudah melebihi ketentuan, dan pemasangan *part* tidak sesuai urutan .

Berdasarkan diskusi dengan *supervisor* produksi dan *department QC*, diketahui bahwa akar permasalahan yang dominan berpengaruh pada akar penyebab permasalahan pada *adhesive* menempel dan bergerak di *roll* distribusi adalah *cleaning* tidak konsisten, kurangnya monitoring, jarak *roll* terlalu dekat dengan *part adhesive*, bahan *roll* mudah lengket, dan SOP *cleaning* tidak diterapkan. Sedangkan akar permasalahan pada tetesan *adhesive* berkerak di topsheet adalah *cut-off timing adhesive* tidak sesuai, tidak terpasangnya tempat penampungan tetesan, *lifetime part*.

D. Penanganan Risiko

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa penyebab risiko kontaminasi yang disebabkan oleh tetesan *adhesive* berkerak di topsheet diakibatkan oleh kurangnya pengetahuan operator saat melakukan setting mesin dan kurangnya kontrol pada part-part yang berkaitan dengan *adhesive* serta faktor lainnya. Risiko kontaminasi kategori tingkat risiko yang terdapat pada level *Severe* dan diperlukan penanganan risiko segera [18]. Penanganan risiko (*Risk Response*) yang terdapat pada manajemen risiko untuk peningkatan kualitas dapat dilakukan dengan cara pemilihan apakah risiko akan dihindari (*avoid*), diterima (*accept*), dialihkan (*transfer*), atau dicegah (*mitigation*) [19]. Risiko dengan nilai probabilitas dan dampak yang tinggi harus menjadi prioritas utama untuk dilakukan penanganan guna menurunkan tingkat risiko [20]. Tabel 9 dibawah ini merupakan tabel penanganan risiko.

Tabel 9. Penanganan Risiko (*Risk Response*) Pada Level Risiko Tertinggi

WBS	Risk Category	Kode	Penyebab	Impact	Risk Response	Aktivitas Penanganan
3.3 Distribution	Machine Risk	R09	Adhesive menempel dan berkerak di roll distribusi	Kontaminasi	Mitigasi	Memastikan kondisi <i>roll</i> tidak cacat dan penerapan SOP <i>cleaning</i> sesuai jadwal
3.3 Distribution	Machine Risk	R09	Adhesive menempel dan berkerak di roll distribusi	Proses Produksi	Mitigasi	Kontrol suhu <i>adhesive</i> $\pm 160^{\circ}\text{C}$ dan monitoring viskositas secara berkala

WBS	Risk Category	Kode	Penyebab	Impact	Risk Response	Aktivitas Penanganan
3.3 <i>Distribution</i>	<i>Machine Risk</i>	R09	<i>Adhesive</i> menempel dan berkerak di <i>roll</i> distribusi	Kualitas	Mitigasi	Penggantian <i>roll coating</i> menjadi <i>roll</i> anti lengket
3.3 <i>Distribution</i>	<i>Machine Risk</i>	R09	<i>Adhesive</i> menempel dan berkerak di <i>roll</i> distribusi	Kualitas	Mitigasi	Standarisasi jarak <i>roll</i> dan penambahan <i>air blow</i> sebelum <i>roll</i>
3.4 <i>Construction</i>	<i>Machine Risk</i>	R11	Tetes <i>adhesive</i> berkerak pada <i>topsheet</i>	Kualitas	Mitigasi	Pembuatan dan penerapan One Point Lesson (OPL) setting <i>adhesive</i>
3.4 <i>Construction</i>	<i>Machine Risk</i>	R11	Tetes <i>adhesive</i> berkerak pada <i>topsheet</i>	Cost	Mitigasi	Penentuan dan penerapan standar <i>lifetime part adhesive</i>
3.4 <i>Construction</i>	<i>Machine Risk</i>	R11	Tetes <i>adhesive</i> berkerak pada <i>topsheet</i>	Kontaminasi	Mitigasi	Pembuatan tempat penampung tetes dan penentuan standar <i>pressure regulator</i>
3.4 <i>Construction</i>	<i>Machine Risk</i>	R11	Tetes <i>adhesive</i> berkerak pada <i>topsheet</i>	Kontaminasi	Mitigasi	Penyusunan standar hasil <i>cleaning</i> dan sosialisasi kepada operator

Berdasarkan penanganan risiko (*risk response*) pada **Tabel 9**, langkah selanjutnya adalah menyusun risk register berdasarkan level risiko sangat tinggi (*severe*). Diketahui bahwa Risiko R09 terjadi pada proses *Distribution* (WBS 3.3) dengan kategori *machine risk*, yaitu *adhesive* menempel dan berkerak di *roll* distribusi. Risiko ini berdampak signifikan terhadap kualitas produk dan stabilitas proses produksi karena dapat menyebabkan kontaminasi serta meningkatkan potensi produk cacat. Di mana strategi penanganan risiko yang dipilih adalah mitigasi, dengan penerapan beberapa tindakan pengendalian, antara lain memastikan kondisi *roll* distribusi dalam keadaan baik dan tidak cacat, penerapan SOP *cleaning* secara konsisten sesuai jadwal, pengendalian suhu *adhesive* pada kisaran $\pm 160^{\circ}\text{C}$ untuk menjaga kestabilan viskositas, penggantian jenis *roll* dari *roll coating* menjadi *roll* anti lengket, serta standarisasi jarak *roll* dan penambahan *air blow* sebelum *roll*. Selanjutnya, risiko R11 terjadi pada proses *Construction* (WBS 3.4) dengan kategori *machine risk*, yaitu tetes *adhesive* berkerak pada *topsheet*. Risiko ini berpotensi menurunkan kualitas produk dan meningkatkan biaya akibat produk cacat. Penanganan risiko dilakukan melalui strategi mitigasi, dengan cara meningkatkan ketepatan *setting adhesive* melalui penyusunan dan penerapan *One Point Lesson* (OPL), penetapan standar *lifetime part adhesive* untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh pemakaian berlebih, pembuatan tempat penampung tetes *adhesive* sementara agar tidak langsung mengenai produk, penentuan standar tekanan pada *pressure regulator*, serta penyusunan standar hasil *cleaning* dan sosialisasi kepada operator [21].

E. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis risiko dan penyebab terjadinya kontaminasi pada proses produksi *diapers*, antara lain *adhesive* menempel dan berkerak di *roll* distribusi, dan tetes *adhesive* berkerak di *topsheet*, perusahaan perlu mengantisipasi faktor penyebab potensi terjadinya kontaminasi pada produk *diapers*. Adapun alternatif rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk menghilangkan potensi kontaminasi pada proses produksi *diapers* seperti pada **Tabel 10** berikut.

Tabel 10. Rekomendasi Perbaikan

Kode	Risk Event	Penyebab	Penanganan	Aktivitas Penanganan	PIC
R09	<i>Adhesive</i> menempel dan berkerak di <i>roll</i> distribusi	Kerak menempel pada produk (kontaminasi) dan potensi produk cacat	Mitigasi	Melakukan penggantian dari jenis <i>roll coating</i> ke <i>roll</i> anti lengket	<i>Engineering</i>
				Standarisasi jarak <i>roll</i> dari part <i>adhesive</i> dan penambahan <i>air blow</i> sebelum <i>roll</i>	<i>Engineering</i>
				Pembuatan <i>schedule</i> pembersihan secara berkala	<i>Production</i>
				Mengontrol suhu <i>adhesive</i> pada kisaran $\pm 160^{\circ}\text{C}$ dan melakukan monitoring viskositas <i>adhesive</i> secara berkala	<i>QC</i>
R11	Tetes <i>adhesive</i> berkerak pada <i>Topsheet</i>	Kerak mengganjal part sehingga tidak menutup dengan rapat	Mitigasi	Memastikan pada saat pemasangan part dalam keadaan bersih dan pengencangan baut saat part dalam keadaan panas	<i>Technician</i>

Penentuan <i>lifetime part adhesive</i>	<i>Production</i>
Pembuatan <i>One Point Lesson (OPL)</i>	<i>Production</i>
setting <i>timing adhesive</i>	

Berdasarkan hasil rekomendasi penanganan pada **Tabel 10**, diketahui bahwa potensi kontaminasi utama berasal dari *adhesive* yang menempel dan berkerak pada *roll* distribusi serta tetesan *adhesive* berkerak pada *topsheet*. Kedua risiko tersebut berpotensi menghasilkan produk cacat. Untuk mengantisipasi dan mengurangi potensi terjadinya kontaminasi, upaya atau rekomendasi perbaikan meliputi penggantian jenis *roll coating* menjadi *roll* anti lengket, standarisasi jarak *roll* terhadap part *adhesive*, penambahan *air blow*, serta penerapan jadwal pembersihan berkala. Selain itu, pada risiko tetesan *adhesive* di *topsheet*, dilakukan pengendalian melalui prosedur pemasangan *part* yang benar, pengencangan baut pada kondisi panas, penentuan *lifetime part adhesive*, serta penyusunan *One Point Lesson (OPL)* terkait pengaturan *timing adhesive* [21]. Dengan diterapkannya rekomendasi perbaikan tersebut secara konsisten dan proses *improvement* melibatkan beberapa departemen terkait, diharapkan potensi kontaminasi pada proses produksi dapat diminimalkan, dan dapat berdampak positif terhadap peningkatan kualitas produk, penurunan rasio produk cacat, serta dapat menjaga kestabilan dan ke higienitas proses produksi [22].

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akar penyebab permasalahan pada *adhesive* menempel dan bergerak di *roll* distribusi adalah *cleaning* tidak konsisten, kurangnya monitoring, jarak *roll* terlalu dekat dengan part *adhesive*, bahan *roll* mudah lengket, dan SOP *cleaning* tidak diterapkan. Sedangkan akar permasalahan pada tetesan *adhesive* berkerak di *topsheet* adalah *cut-off timing adhesive* tidak sesuai, tidak terpasangnya tempat penampungan tetesan, *lifetime part*. Untuk tingkat risiko terkontaminasi tertinggi terhadap mutu produk, yaitu *adhesive* menempel dan berkerak di *roll* distribusi, dengan nilai tingkat risiko 25 dengan status severe (sangat tinggi). Sehingga rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah penggantian jenis *roll coating* menjadi *roll* anti lengket, standarisasi jarak *roll* terhadap part *adhesive*, penambahan *air blow*, serta penerapan jadwal pembersihan berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. XYZ atas kerja sama yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N. Mulyasari and E. Ayuningtyas, "Pendayagunaan Limbah Diaper sebagai Bahan Bakar Menggunakan Proses Densifikasi," vol. 16, no. 1, pp. 13–20, 2024.
- [2] M. Widyandini and L. Widia, "Hubungan Lama Pemakaian Popok Instan dengan Kejadian Ruam Popok pada Bayi Usia 0-12 Bulan di Kelurahan Petuk Katimpun *The Relationship Between the Length of Diapers Usage and Diaper Rash Incidence in Infants Aged 0-12 Months in Petuk Katimpun Village*," 2024.
- [3] A. Rianti, A. Christopher, D. Lestari, and W. El Kiyat, "Penerapan keamanan dan sanitasi pangan pada produksi minuman sehat kacang-kacangan umkm jukajo sukses mulia di kabupaten tangerang," vol. 12, no. 02, 2021.
- [4] A. S. Romadon, M. A. Pramusinto, and S. N. Kamelia, "Pengaruh Kualitas Produk, Citra Merek, Dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Melalui Shopee.," vol. 21, no. 3, pp. 672–682, 2023.
- [5] G. A. Ganesdhi, Y. Latief, and D. B. Nugroho, "Development Of Risk-Based Work Breakdown Structure (WBS) Standards For Integrated Design And Construction Phase On Design-Build Method Of Architectural Works Of High-Rise Building To Improve Construction Safety Performance," pp. 792–801, 2022.
- [6] A. Purba and R. A. Machfudiyanto, "The Implementation Of Work Breakdown Structure In Preventive Maintenance Of Total Fire System (Pmtfs) To," vol. 11, no. 1, pp. 27–33, 2025.
- [7] D. Novianto, A. Nugroho, and B. P. Samadikun, "Identifikasi dan Analisis Manajemen Risiko pada Pekerjaan High Rise Building Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Penunjang Siaran dan Studio Luar Negeri," *J. Profesi Ins. Indones.*, vol. 1, no. 7, pp. 292–299, 2023.
- [8] H. Oktaviana and R. B. Jakaria, "Analisis Risiko Keterlambatan Proyek Pelaksanaan Perbaikan Jalur Rel Trem Mover di TMII Menggunakan Metode RBS , ANP , dan *Analysis of the Risk of Delay in the Implementation of the Tram Mover Rail Improvement Project*," pp. 1–15.
- [9] S. B. Putra and W. Sulistiyowati, "Risk Management by Integrating Probability Impact Matrix Method and SWOT Strategy in the Transmofactor Industry [Manajemen Risiko Dengan Mengintegrasikan Metode

- Probability Impact Matrix (PIM) dan Strategi SWOT di Industri Tranformator],” pp. 1–9, 2024.
- [10] F. Acebes and J. Pajares, “*Beyond probability-impact matrices in project risk prioritisation,*” *Humanit. Soc. Sci. Commun.*, pp. 1–13, 2024.
 - [11] N. B. Laksono, Y. T. Hasiholan, Y. Latief, and E. Saputro, “Pengembangan Standar *Work Breakdown Structure* (WBS) Pekerjaan Pemeliharaan dan Perawatan Struktur Atas Jembatan Beton Berbasis Risiko untuk Meningkatkan Kinerja Keselamatan Konstruksi,” vol. 09, no. 01, pp. 137–146, 2024.
 - [12] Y. Yoyo and H. Ashad, “Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Jembatan Waborobo - Batu Popi Kota Bau-Bau,” vol. 05, no. 2, pp. 400–410, 2023.
 - [13] M. A. Saputra, W. Prastiwinarti, and Y. P. Pratama, “Enhancing Project Management Efficiency in Pertamina through *Work Breakdown Structure* (WBS) and *Cost Breakdown,*” vol. XII, no. Viii, pp. 1–33, 2023.
 - [14] J. Keci, “A User-Oriented Implementation of Risk Breakdown Structure in Construction Risk Management,” vol. 8, no. 5, pp. 529–537, 2024.
 - [15] N. N. Rodhi, “*Comparison of Probability Impact Matrix and Fuzzy Logic Methods for Risk Analysis of Rural Infrastructure Projects in Indonesia,*” vol. 08, no. 05, pp. 2281–2286, 2023.
 - [16] G. Hariharan and T. Balamurugan, “and impact matrix Supply chain risk identification and assessment by probability and impact matrix G . Hariharan,” no. June 2021, 2024.
 - [17] A. Mardhatillah, M. Nasrulloh, Suhada, and M. Idries, “Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerja fabrikasi menggunakan metode HIRARC,” *Jurnal Manajemen*, vol. 15, no. 2, pp. 301–310, 2023.
 - [18] G. K. Geofanny, A. R. Tanaamah, “Sistem Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 : 2018 Di PT . Bawen Mediatama,” vol. 9, no. 4, 2022.
 - [19] A. Ayatullah and D. R. Fadhila, “Analisis Manajemen Risiko Bidang Evaluasi,” pp. 154–171, 2025.
 - [20] M. A. Wardina, R. Z. Oktarlina, and M. Hidayat, “Review perangkat metode manajemen risiko mutu di industri farmasi,” *Jurnal Kesehatan dan Agromedicine*, vol. 11, no. 1, 2024.
 - [21] E. Septiawan and R. M. Putra, “Upaya mengurangi jumlah reject bubuk halus dengan metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT XY,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, 2023.
 - [22] A. Dahlia, L. Ode, A. Safar, and S. Gunawan, “*Quality Control Analysis to Minimize the Risk of Defective Products Using Statistical Process Control (SPC) and Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) Methods (Case Study : PT XYZ Samarinda),*” vol. 5, no. 2, pp. 620–631, 2024.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.