

Analysis of Cup Printing Quality Control Using Statistical Process Control Methods and Human Reliability Assessment (Case Study: PT Indo Ceria Plastic Printing)

Analisis Pengendalian Kualitas *Cup Printing* Menggunakan Metode *Statistical Process Control* dan *Human Reliability Assessment* (Studi Kasus: PT Indo Ceria Plastik *Printing*)

Moch Imam Andreansyah, Atikha Sidhi Cahyana
{andreansyahmuhammad99@gmail.com, atikhasidhi@umsida.ac.id}

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstract. *This research was conducted at PT Indo Ceria Plastic Printing aims to determine the main cause of defective cup printing and to reduce product defects in the production process. Based on the problems faced by the company, namely the high percentage of cup printing defects which eventually led to more and more reject cup printing rates, even the problem of passing the defective cup being sent to the customer's hands, which made the customer complain about the problem of the number of bad product quality being sent so that they finally submitted a returned product. Therefore, quality control efforts are carried out on cup printing products to find the cause of the defect and find a solution to repair it. The research methods used in solving the problems that occur at PT Indo Ceria Plastic Printing is to use Statistical Process Control methods and Human Reliability Assessment. From the result of research conducted, it is known that the biggest cause of defect in cup printing products is "defect awal start". From the results of meaning employee performance, the largest HEP value was found, namely, the type of possible error is "pengisian tinta pada mesin" which was 0,6324. So, this factor was the dominant one that resulted in defects and must be repaired immediately.*

Keywords — *Human Reliability Assessment; Quality Control; Statistical Process Control*

Abstrak. *Penelitian ini dilakukan di PT Indo Ceria Plastik Printing dan bertujuan untuk mengetahui penyebab utama pada defect pada produk cup printing serta untuk mengurangi cacat produk dalam proses produksi. Berdasarkan masalah yang dihadapi oleh perusahaan yakni tingginya persentase defect cup printing yang akhirnya membuat semakin banyak pula tingkat reject cup printing bahkan sampai masalah kelolosan defect cup terkirim sampai ke tangan customer yang membuat customer complain perihal masalah banyaknya kualitas produk buruk yang terkirim sehingga akhirnya mereka mengajukan return produk. Oleh karena itu, maka dilakukan upaya pengendalian kualitas pada produk cup printing untuk mencari penyebab terjadinya kecacatan dan mencari solusi perbaikannya. Metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi di PT Indo Ceria Plastik Printing ini adalah dengan menggunakan metode Statistical Process Control dan Human Reliability Assessment. Dari hasil penelitian yang dilakukan telah diketahui bahwa penyebab kecacatan produk cup printing terbesar adalah dari defect awal start. Dari hasil pengukuran kinerja karyawan didapatkan nilai HEP yang terbesar yaitu pada jenis Possible Error pengisian tinta pada mesin yakni sebesar 0,6324. Jadi, faktor ini paling dominan yang mengakibatkan kecacatan dan harus segera diperbaiki.*

Kata kunci — *Human Reliability Assessment; Pengendalian Kualitas; Statistical Process Control*

I. PENDAHULUAN

PT Indo Ceria Plastik & *Printing* adalah salah satu industri plastik *packaging* atau penghasil kemasan plastik yang memiliki tujuan untuk menjadi yang terbaik dalam hal industri penghasil kemasan plastik dari segi kualitas dan pelayanan dengan berusaha memenuhi kebutuhan permintaan industri yang semakin berkembang pesat. Tujuan utama dalam persaingan ini agar mendapatkan kepercayaan dan kepuasan dari pelanggan dalam hal pemenuhan akan kebutuhan air minum dalam kemasan yang aman serta sehat adalah dengan menghasilkan produk kemasan siap pakai yang berkualitas tinggi. Untuk itu tujuan dalam penelitian pengendalian kualitas ini adalah dimana penerapan metode SPC (*Statistical Process Control*) serta HRA (*Human Reliability Assessment*), berfokus pada analisis akar yang menyebabkan cacat produk sehingga nantinya mampu untuk meminimalisasi kegagalan proses produksi.

Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah tingginya persentase *defect cup printing* yakni dengan rata-rata 3 sampai 5 persen *reject cup* tiap harinya yang berarti hasil produksi per hari berjumlah sekitar 240.000 pcs, dengan jumlah cup reject berjumlah 6000 sampai 9000 pcs. Tingginya persentase *defect cup* ini yang akhirnya

membuat semakin banyak pula tingkat *reject cup printing* bahkan sampai masalah kelolosan *defect cup* terkirim sampai ke tangan *customer* yang membuat *customer complain* perihal masalah banyaknya kualitas produk buruk yang terkirim dan akhirnya mereka mengajukan *return* produk. Menurut data perusahaan, di sepanjang tahun 2021 tercatat ada 12 kali *customer complain* atau dapat dikatakan setiap bulannya selalu ada *complaint* perihal kelolosan produk cacat.

Penyusun utama plastik adalah susunan senyawa polimer yang unsurnya adalah senyawa *carbon* serta hidrogen atau bisa disebut senyawa hidrokarbon. Sedangkan bahan baku material plastik diperoleh melalui proses sintesis berbagai bahan mentah (minyak bumi, gas bumi, batu bara). Jenis *polypropylene* dan *polyethylene terephthalate* adalah Jenis plastik yang banyak digunakan dalam industri *packaging* [1].

Segala sesuatu hal yang ditawarkan untuk memuaskan suatu kebutuhan inilah yang dinamakan produk. Sesuai dengan permintaan yang ada, perusahaan membuat suatu produk dimaksudkan agar produk tersebut dapat memenuhi kebutuhan *customer* sehingga konsumen tersebut dapat terpuaskan kemudian konsumen membeli produk tersebut yang akhirnya dapat menguntungkan perusahaan [2]. Produk *cup printing* merupakan salah satu macam dari produk *cup* plastik berbahan dasar plastik *polypropylene* yang dibentuk menjadi lembaran plastik melalui proses *inline extruder*, selanjutnya dilanjutkan proses pencetakan cup putih polos melalui proses produksi *thermoforming cup* untuk kemudian dilanjutkan dengan proses *printing cup* dengan mesin Omso Hergo.

Kualitas produk akan menjadi semakin baik apabila persentase bahan daur ulang yang digunakan tidak terlalu banyak. Selain kerugian dari waktu dan biaya dikarenakan adanya produk cacat, pihak perusahaan juga berpotensi yang nantinya akan kehilangan pelanggan karena menurunnya tingkat kepercayaan pelanggan tersebut [3].

Untuk mengukur keunggulan produk tersebut dapat diukur melalui tingkat kepuasan *customer*. Kualitas dapat didefinisikan sebagai karakteristik produk yang bertujuan dapat memenuhi harapan serta keinginan *customer* [4]. Yang dimaksud *customer* di sini bukanlah *customer* yang membeli produk hanya sekali saja, kemudian tidak pernah membeli lagi, akan tetapi *customer* yang membeli produk tersebut berulang-ulang dengan konsisten atau dapat dikatakan pelanggan setia.

Pengendalian kualitas merupakan segala aktivitas operasional yang berguna untuk memenuhi standart kualitas yang diharapkan. Berdasarkan definisi tersebut, pengendalian kualitas dapat dijabarkan bahwa untuk mencapai, mempertahankan, serta meningkatkan kualitas suatu produk barang maka diperlukan suatu tindakan pengendalian kualitas yang terencana dengan tujuan agar dapat memenuhi kepuasan konsumen [5].

Quality control sangat berguna dalam menekan atau mengurangi volume kesalahan yang menyebabkan suatu perbaikan, serta menjaga atau menambah tingkat kualitas agar sesuai standar yang telah ditetapkan, mengurangi keluhan atau *customer complain*, memungkinkan penjelasan *output*, yang akhirnya dapat menaikkan atau menjaga *company image* [6]. Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk menekan biaya sampai serendah mungkin. Intinya dengan meminimalisir biaya produksi, biaya pengawasan, serta biaya produk dan desain, pengendalian kualitas memiliki tujuan supaya hasil produk yang didapatkan mampu mencapai standar kualitas yang sudah ditetapkan sebelumnya agar dapat menjadi serendah mungkin [7].

Statistical Process Control adalah metode teknik statistik yang dapat digunakan untuk memastikan bahwa standar proses pembuatan produk telah terpenuhi. Metode ini memiliki tujuan selain untuk pengawasan standar kualitas, metode ini juga bertujuan untuk memberi saran tindakan perbaikan selama produk tersebut sedang diproduksi. Definisi lain menyebutkan bahwa metode *Statistical Process Control* adalah metode analisis dan kontrol evolusi proses yang didasarkan dari inferensi statistik. Untuk evolusi proses sendiri variasi data yang sesuai terdiri dari dua bagian yakni yang pertama adalah gelombang acak yang disebabkan oleh faktor acak, dan yang kedua adalah variasi tren yang disebabkan oleh faktor sistematis. Metode ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi karakteristik variasi serta analisis proses [8].

Human Reliability Assessment merupakan metode penelitian yang berguna untuk pendekatan guna mendapatkan tingkat keandalan manusia dikarenakan mereka merupakan bagian dari sistem tersebut yang bertujuan untuk meminimalisir kesalahan antara manusia dengan mesin produksi [9]. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mengidentifikasi area dengan resiko tinggi dengan mengukur keseluruhan resiko yang dapat terjadi serta memberikan *problem solving* perbaikan yang seharusnya dibuat.

II. METODE

Pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu observasi atau pengamatan langsung proses produksi *cup printing* dan wawancara narasumber yang terkait langsung di lapangan. Data yang diperlukan dalam penelitian apabila sudah cukup maka proses penelitian berlanjut ke proses pengolahan data, apabila data yang diperlukan masih kurang maka kembali ke proses pengumpulan data untuk mencari kekurangan data tersebut.

Data yang sudah ada kemudian disusun untuk mengetahui tingkat kerusakan produk masih dalam batas kendali atau tidak secara statistik serta penyebab terbesar kecacatan produk *cup printing* dalam upaya menekan jumlah cacat produk menggunakan metode *Statistical Process Control* serta mengidentifikasi kemungkinan – kemungkinan kesalahan baik yang terjadi pada stasiun kerja *cup printing* dan mengukur keandalannya dari setiap kegiatan dengan menggunakan metode *Human Reliability Assessment*.

Proses selanjutnya yakni pembuatan rekomendasi perbaikan, apabila Penyebab utama masalah apabila belum ditemukan maka penelitian kembali ke proses pengolahan data. Langkah terakhir yaitu rekomendasi perbaikan, karena penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kecacatan terbanyak terjadi pada apa dan dapat memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan jumlah produksi jika kecacatan produk sudah diminimalisir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan dan analisis data

Dalam penelitian ini, pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan alat bantu statistik yang terdapat pada *Statistical Process Control (SPC)*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

Tahap identifikasi masalah

Berdasarkan hasil pengamatan, cacat produk *cup printing* terbagi dalam tiga jenis kecacatan produk yang terjadi selama proses produksi *cup printing* yaitu:

Reject awal start: Setiap awal *start* mesin akan selalu terjadi *reject* hasil produksi hal ini dikarenakan kondisi hasil produksi *cup printing* pada awal *start* baik itu warna maupun gambar *cup printing* masih belum sempurna atau kurang jelas.

Defect Tinta: Kerusakan jenis *defect* tinta meliputi berbagai macam *defect* seperti tinta basah, yakni kondisi dimana warna hasil produksi *cup printing* belum kering waktu keluar mesin, *defect* tinta *misprint*, yakni kondisi dimana gambar hasil produksi *cup printing* yang dihasilkan tidak presisi / gambar miring, *defect* bercak tinta yakni kondisi pada hasil produksi *cup printing* terdapat bercak tinta di dalam maupun di luar *body cup* dan lain sebagainya.

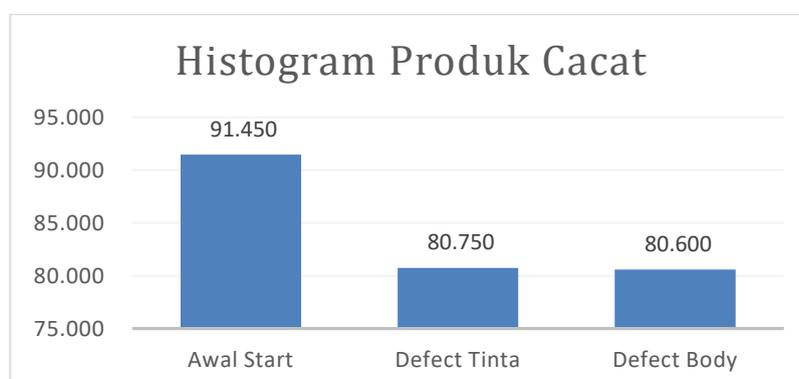
Defect body: Kerusakan jenis *defect body* adalah kondisi bentuk *cup printing* yang dihasilkan tidak memenuhi standart. Diantaranya *defect cup* melipat yakni kondisi bentuk hasil produksi terdapat lipatan pada *body cup printing*, *defect cup* penyok yakni kondisi bentuk hasil produksi *cup printing* baik *bottom* maupun *upper cup* penyok dan lain sebagainya.

Pengumpulan data jumlah produk cacat dengan check sheet

Data yang telah diperoleh ialah data hasil produksi *cup printing* untuk kemudian data tersebut dibuat dalam bentuk tabel *check sheet* yang berisi data jumlah hasil produksi *cup printing*, jenis kecacatan *cup printing* beserta dengan persentase jumlah kecacatan produk *cup printing*. Dari data tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah kualitas agar mempermudah dalam proses pengolahan dan analisis data. Berikut adalah data hasil produksi *cup printing* periode bulan maret 2022 - april 2022 di PT Indo Ceria Plastik & Printing yang dikumpulkan menggunakan *check sheet* didapatkan data hasil produksi *cup printing* periode bulan maret 2022 - april 2022 diketahui bahwa jumlah produk yang diamati sebanyak 10.414.000 pcs, dengan total jumlah produk cacat sebanyak 252.800 pcs. Ada tiga jenis kecacatan yang muncul pada saat produksi berlangsung, yaitu jenis cacat *reject awal start*, *defect* tinta dan *defect body*.

Histogram

Untuk menjelaskan data dengan cepat, maka data tersebut disajikan dalam bentuk histogram untuk melihat kerusakan yang paling banyak terjadi dalam setiap tahap produksi. Histogram dibuat berdasarkan data *check sheets* atau lembar pemeriksaan jumlah produksi *cup printing* dan jumlah produk cacat *cup printing* periode bulan Maret 2022 - April 2022.



Gambar 1. Histogram Produk Cacat Bulan Maret 2022 - April 2022

Dari hasil pengamatan, seperti yang terlihat pada gambar 4.1 diketahui bahwa kecacatan yang sering terjadi ialah *reject awal start* dengan jumlah kecacatan sebanyak 91.450 pcs. Sedangkan jumlah *defect* tinta sebanyak 80.750 pcs dan jumlah *defect body* sebanyak 80.600 pcs.

Diagram pareto

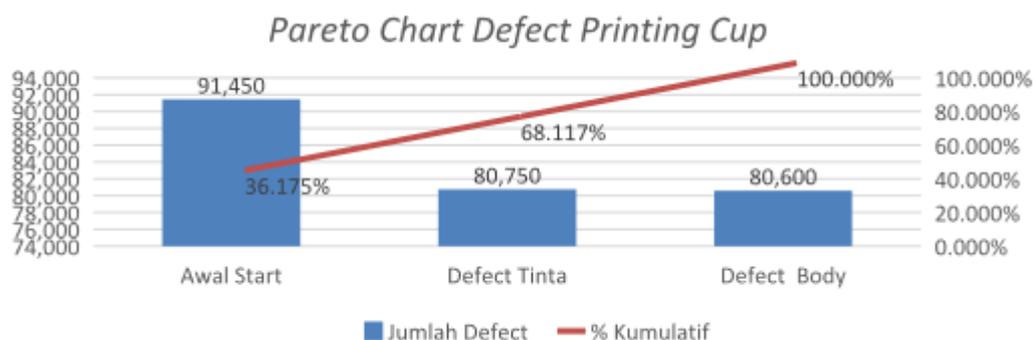
Langkah selanjutnya adalah dengan mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama dalam peningkatan kualitas produk melalui diagram pareto dengan melakukan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhannya. Berikut adalah perhitungan persentase kumulatif kecacatan *cup printing* dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ kumulatif} = \frac{\sum \text{kecacatan}}{\sum \text{total cacat}} \times 100 \%$$

Hasil perhitungan persentase kumulatif jenis kecacatan produk dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 1. Persentase Kumulatif Jenis Kecacatan Produksi *Cup Printing* Periode Maret 2022 – April 2022

Jenis Kecacatan	Jumlah Produk Cacat	Persentase Produk Cacat (%)	Akumulasi Kecacatan (%)
<i>Reject Awal Start</i>	91.450	36,175	36,175
<i>Defect Tinta</i>	80.750	31,942	68,117
<i>Defect Body</i>	80.600	31,883	100
Total	252.800	100	100



Gambar 2. Diagram Pareto Kecacatan Produk *Cup Printing* Periode Maret 2022 – April 2022

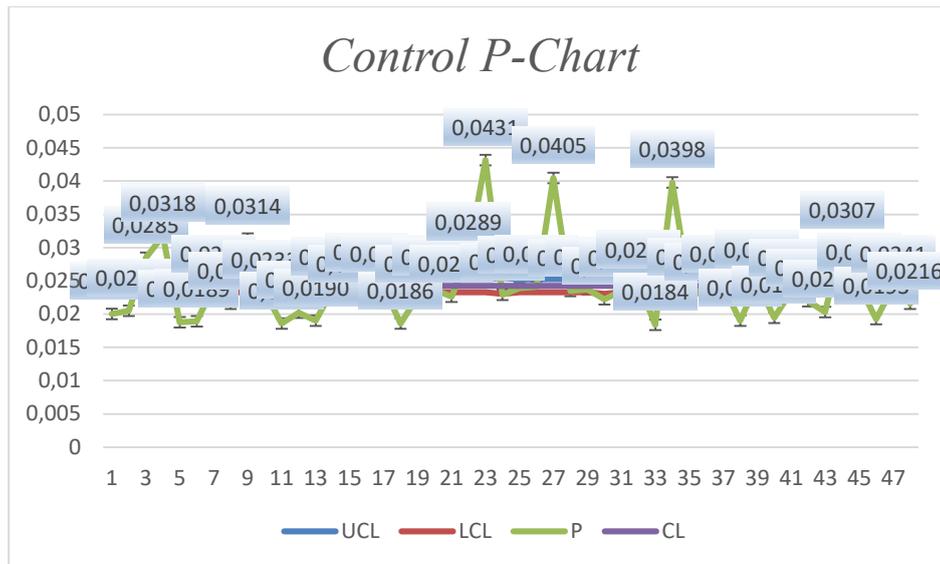
Pada gambar 2 sumbu *vertical* yang ada di sebelah kiri menunjukkan jumlah data *defect* produk *cup printing*, sedangkan sumbu *vertical* yang terdapat di sebelah kanan menunjukkan persentase kumulatif dari jumlah total *defect* yang telah dihitung. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa 100% kecacatan produk yang terjadi pada bulan maret 2022 - april 2022 ditemukan 3 jenis kecacatan yang mendominasi yaitu, *reject awal start* dengan persentase 36,175%, *defect tinta sebesar* 31,942% dan *defect body* sebesar 31,883%.

Dari diagram pareto di atas dapat diketahui jenis-jenis cacat yang paling dominan dengan melihat nilai kumulatifnya. Jenis cacat yang dikategorikan dominan adalah jenis cacat dengan nilai kumulatif pada diagram pareto yang mencapai nilai 80%. Maka penanganan pada gambar 2 di atas, sesuai dengan prinsip pareto untuk menyelesaikan 80% masalah kecacatan terlebih dahulu, maka dalam penanganan kualitas *cup printing* ketiga jenis cacat tersebut secepatnya harus ditangani untuk dilakukan perbaikan sehingga cacat yang terjadi akibat proses tersebut dapat berkurang. Jika ketiga jenis cacat tersebut ditangani, maka bukan hanya 80% melainkan 100% masalah kecacatan akan terselesaikan.

B. Peta kendali (p-chart)

Pengukuran dilakukan dengan peta kendali *P-chart* yang merupakan alat bantu *Statistical Process Control (SPC)* menggunakan data yang diambil dari jumlah hasil produksi bulan maret 2022 - april 2022. Langkah-langkah membuat peta kendali (*P-Chart*) adalah sebagai berikut

- Menghitung proporsi
- Menghitung garis pusat atau *Central Line (CL)* untuk setiap sampel.
- Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit (UCL)* untuk setiap sampel.
- Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit (LCL)* untuk setiap sampel.



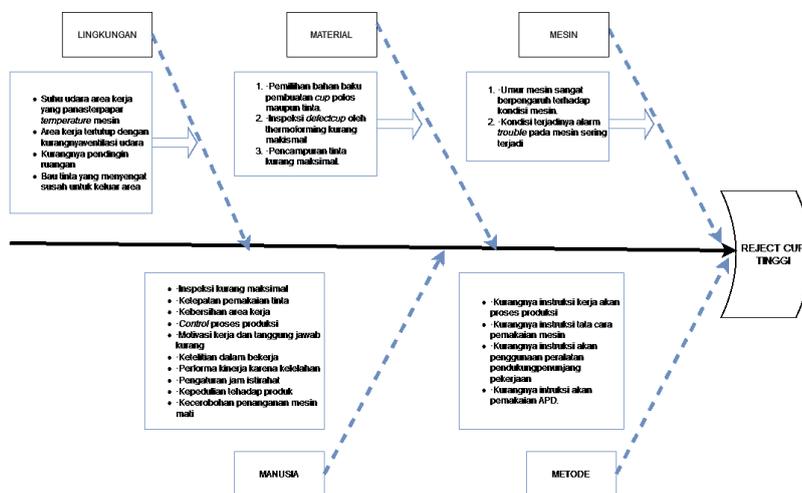
Gambar 3. Diagram Peta Kendali (*P-Chart*)

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa proses produksi yang dilakukan oleh PT Indo Ceria Plastik & Printing masih terdapat beberapa titik yang melebihi batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL). Jumlah titik yang melebihi batas kendali atas adalah 8 titik, sedangkan titik yang melebihi batas kendali bawah ada 23 titik, sehingga dapat dikatakan produksi *cup printing* tidak terkendali.

Permasalahan utama yakni data yang berada di atas batas kendali atas. Penyebab utama data yang berada diluar batas kendali atas (UCL) yaitu pada titik 3, 4, 9, 22, 23, 27, 34, 44 disebabkan oleh faktor tingginya tingkat jumlah *defect* produk *cup printing* sehingga juga menyebabkan tingginya *persentase reject* pada saat itu yang mengakibatkan titik proporsi kecacatan produk melebihi garis tengah yang menunjukkan rata-rata tingkat kecacatan dalam proses produksi bahkan melebihi garis batas kendali atas yang merupakan indikator pengukuran secara statistik dalam menentukan suatu proses terkendali atau tidak.

C. Diagram tulang ikan

Berdasarkan hasil analisis dari diagram *control P-Chart* diketahui bahwa proses produksi *cup printing* yang dilakukan oleh PT Indo Ceria Plastik & Printing dapat dikatakan tidak terkendali atau menunjukkan terdapat penyimpangan. Penyimpangan ini mengidentifikasi bahwa masih terdapat permasalahan pada proses produksi. Penyimpangan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor yang meliputi tenaga kerja, material, metode, mesin maupun lingkungan. Oleh karena itu diperlukan analisis lebih lanjut dengan *fishbone diagram* atau diagram tulang ikan untuk mencari faktor - faktor penyebab terjadinya kecacatan produk *cup printing* dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Berdasarkan hasil wawancara dengan seorang *expert* yakni *shift leader printing cup*, penyebab kecacatan produk *cup printing* dibagi ke dalam lima faktor yaitu:



Gambar 4. Fishbone Diagram Proses Produksi *Printing Cup*

Pada gambar 4 terlihat bahwa faktor manusia sangat dominan dalam mempengaruhi banyaknya *reject cup printing* pada proses produksi. Hal ini dikarenakan manusia sebagai unsur utama dalam menjalankan proses baik produksi maupun inspeksi. Walaupun tidak dipungkiri juga bahwa keempat faktor yang lain juga sangat berpengaruh dalam menghasilkan produk yang berkualitas tidak mengalami cacat atau kerusakan. Untuk mendapatkan produk yang bebas dari cacat atau kerusakan PT Indo Ceria Plastik *Printing* perlu memperbaiki kelima faktor di atas khususnya faktor manusia atau karyawan.

D. Human reliability assessment

Terdapat 5 langkah penerapan untuk mengetahui tingkat keandalan manusia dengan metode *Human Reliability Assessment*. Berikut adalah langkah-langkah penerapan metode *Human Reliability Assessment*.

Menentukan generik task

Dalam penelitian ini ditentukan pengukuran probabilitas terjadinya *error* dengan metode HEART (*Human Error Assessment and Reliability Technique*) untuk digunakan dalam bidang keandalan manusia (HRA). Dalam penelitian ini didapat dari hasil wawancara kepada *shift leader* produksi *cup printing*, pemilihan *shift leader* sebagai *expert* utama dikarenakan karyawan tersebut adalah sosok pemimpin yang langsung terjun ke lapangan dan juga seorang *shift leader* mengetahui pasti seperti apa kondisi *real* di lapangan sehingga sangat mengetahui masalah-masalah atau kemungkinan terjadinya *reject* yang dilakukan oleh manusia atau karyawan pada proses produksi. Berikut adalah hasil dari penentuan *generic task* yang sesuai dengan hasil wawancara dari *expert* utama:

Tabel 2. Generic Task Analysis Operator Printing Cup

No	Task	Generic Task	Human Unreliability
1	Pemeriksaan material <i>Cup</i> polos oleh QC	Pekerjaan yang sudah familiar/dikenal, dirancang dengan baik, merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali per jam, dilakukan berdasarkan standard yang sangat tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0.0004
2	Mengeluarkan <i>cup</i> polos dari box	Pekerjaan yang rutin, terlatih, dan memerlukan tingkat keterampilan yang rendah	0.02
3	Penataan material <i>cup</i> pada bidang vider	Pekerjaan yang rutin, terlatih, dan memerlukan tingkat keterampilan yang rendah	0.02
4	Pengisian ulang tinta pada mesin	Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0.09
5	Pembersihan mandrill	Pekerjaan yang sudah familiar/dikenal, dirancang dengan baik, merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali per jam, dilakukan berdasarkan standard yang sangat tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0.0004
6	<i>Controlling</i> mesin	Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi	0.16
7	<i>Packing cup</i>	Pekerjaan yang rutin, terlatih, dan memerlukan tingkat keterampilan yang rendah	0.02

Menentukan *error producing conditions* (epc)

Berdasarkan identifikasi setiap *task* ke dalam kategori yang ada di *generic task analysis*, kemudian dilakukan identifikasi terhadap kondisi-kondisi yang menyebabkan *error* menggunakan *Error Producing Condition* (EPC) di setiap *task* yang berpotensi terjadi *human error* pada operator *printing cup*. Identifikasi kondisi-kondisi yang menyebabkan *error* dilakukan berdasarkan pada tabel EPC di tabel 2 serta melakukan diskusi dan wawancara dengan pihak *expert* perusahaan yakni *shift leader* produksi *printing cup* yang sesuai dengan masalah-masalah atau kemungkinan terjadinya *reject* yang dilakukan oleh manusia atau karyawan dalam proses produksi *printing cup*.

Salah satu contoh dalam menentukan EPC dari *task* operator *printing cup* kertas pada *task packing cup* dengan EPC siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah dengan nilai EPC 1,1. Tabel 3 merupakan penilaian *Error Producing Conditions* (EPC) operator *printing cup*.

Tabel 3. Penilaian *Error Producing Conditions* Operator *Printing Cup*

No	Task	Error Producing Conditions	Nilai EPC
1	Pemeriksaan material <i>Cup</i> polos oleh QC	Ketidaksesuaian antara tingkat pencapaian pendidikan dari individu dengan persyaratan yang diharuskan dalam	2

		tugas	
2	Mengeluarkan <i>cup</i> polos dari box	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1.4
3	Penataan material <i>cup</i> pada bidang vider	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah	1.1
4	Pengisian ulang tinta pada mesin	Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	5
5	Pembersihan mandrill	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung, dan tepat waktu dari suatu tindakan yang dimaksudkan dari bagian dari sistem di mana kontrol diberikan	4
6	<i>Controlling</i> mesin	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1.2
7	<i>Packing cup</i>	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah	1.1

Identifikasi potensi kesalahan operator *cup printing*

Diskusi dan observasi lapangan bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait potensi kesalahan operator saat melaksanakan tugas pada proses produksi maupun inspeksi. Klasifikasi *human error* yang terjadi dapat disebut operator *error*. Operator *error* merupakan kesalahan yang dilakukan operator dalam melakukan suatu aktivitas pada waktu tertentu. *Possible Error* operator *printing cup* telah ditemukan sebanyak 20 aktivitas yang memungkinkan terjadi *Human Error* sehingga berpotensi menyebabkan terjadinya *defect cup* sehingga juga akan menambah *reject cup printing* itu sendiri. Untuk mengetahui kegagalan pada operator dalam proses produksi *cup printing*, maka harus menentukan *possible error* dan akibatnya pada suatu proses-proses kegagalan proses produksi *cup printing* pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Possible Error Operator Printing Cup

<i>Task</i>	<i>Possible Error</i>	Akibat
Pemeriksaan material <i>cup</i> polos oleh QC	Tidak memperhatikan warna <i>cup</i> polos yang harus sesuai dengan <i>standart</i>	Warna <i>cup</i> putih agak transparan tidak sesuai dengan pesanan dan ketentuan
	Tidak memeriksa apa ada yang <i>short material</i>	<i>Cup</i> mengalami cacat, kualitas berkurang
	Tidak memeriksa adanya oli/grease dalam <i>cup</i>	Kualitas produk langsung pakai berkurang
Mengeluarkan <i>cup</i> polos dari box	Pemeriksaan adanya <i>defect cup</i> kurang maksimal	Kelolosan material <i>defect cup</i>
	Pemeriksaan <i>standart cup</i> kurang maksimal	Kelolosan material kurang <i>standart</i> .
Penataan material <i>cup</i> pada bidang vider	Tidak memeriksa adanya <i>cup</i> penyok	<i>Cup</i> nyangkut pada proses produksi mengakibatkan mesin <i>alarm trouble</i>
	Tidak memeriksa adanya <i>body cup</i> <i>over</i> <i>standart</i> .	<i>Cup</i> melipat dan nyangkut di mandrill.
Pengisian ulang tinta pada mesin	Tidak memeriksa apakah susunan <i>cup</i> terlalu panjang.	Menyebabkan kemungkinan susunan <i>cup</i> menyangkut pada <i>conveyor in</i> .
	Tidak memberi tanda marking pada <i>sample cup</i>	Menyulitkan dalam pengambilan <i>sample</i>
Pembersihan mandrill	Pengisian tinta berlebihan.	Tinta tumpah dari bak tinta dan tercampur ke bak tinta yang lainnya
	Pencampuran tinta terlalu encer	Warna <i>cup printing</i> pudar / tidak maksimal
Controlling mesin	Kurangnya pembersihan mandrill secara berkala.	Terdapat bercak tinta dalam hasil produksi.
	Kurangnya perhatian / teledor dalam control jalannya proses produksi.	Mesin sering off dikarenakan alarm trouble
Controlling mesin	Kurangnya kesesuaian temperature sinar UV pada mesin	Proses pengeringan tidak maksimal mengakibatkan <i>defect</i> tinta basah
	Kurangnya perhatian dalam kebersihan area kerja	Kenyamanan dalam proses produksi terganggu
	Bak tinta kehabisan tinta saat	Warna hasil produksi tidak maksimal

	proses produksi	
Packing cup	Menyusun cup dengan asal-asalan	Susunan cup berantakan
	Tidak memakai atribut seperti sarung tangan	Dapat menyebabkan defect bercak pada hasil produksi dan cup kotor .
	Tidak merekatkan lakban kardus pada susunan palet	Susunan kardus bisa bergerak, kardus bisa jatuh dari palet
	Tidak memberi label barcode pada kardus	Produk tidak dikenali tanggal produksinya

Menghitung assessed proportion of effect

Penilaian *Assessed Proportion of Effect* (APOE) didapatkan dari *expert* berjumlah 3 orang, yaitu *expert 1* merupakan *shift leader produksi*, *expert 2* merupakan *operator produksi*, dan *expert 3* merupakan *QC line printing cup*. *Shift leader produksi* dipilih karena pemahaman mengenai operator yang bekerja dan memiliki tanggung jawab untuk memastikan aktivitas produksi berjalan dengan lancar. Operator produksi dipilih karena mengetahui langsung kondisi *real* proses produksi yang sedang berlangsung di lapangan. *QC line printing cup* dipilih karena bertanggung jawab dalam menjaga kualitas hasil produksi *cup printing* setiap harinya.

Pemberian nilai *Assessed Proportion of Effect* didasarkan pada asumsi dengan range antara 0 – 1. Untuk itu penilaian *very low* bernilai 0,2, penilaian *low* bernilai 0,4, penilaian *medium* bernilai 0,6, penilaian *high* bernilai 0,8 dan penilaian *very high* bernilai 1. Berikut adalah hasil perhitungan rata rata dari penilaian *Assessed Proportion of Effect* ketiga *expert* yang telah dipilih.

$$\begin{aligned} \text{Possible error tidak memperhatikan warna cup polos yang harus sesuai dengan standart} &= \\ &= (VL + VL + VL) / 3 \\ &= (0,2 + 0,2 + 0,2) / 3 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

Untuk data seterusnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Penilaian *Assessed Proportion of Effect*

<i>Possible Error</i>	APOE Expert 1	APOE Expert 2	APOE Expert 3	Rata - Rata
Tidak memperhatikan warna <i>cup</i> polos yang harus sesuai dengan standart	0,2	0,2	0,2	0,2
Tidak memeriksa apa ada yang <i>short material</i>	0,2	0,2	0,2	0,2
Tidak memeriksa adanya oli/grease	0,2	0,4	0,4	0,333
Pemeriksaan adanya <i>defect cup</i> kurang maksimal	0,4	0,4	0,4	0,4
Pemeriksaan <i>standart cup</i> kurang maksimal	0,4	0,4	0,4	0,4
Tidak memeriksa adanya <i>cup</i> penyok	0,8	1	1	0,933
Tidak memeriksa adanya <i>body cup over standart</i> .	0,6	0,4	0,4	0,466
Tidak memeriksa apakah susunan <i>cup</i> terlalu panjang.	0,2	0,2	0,2	0,2
Tidak memberi tanda <i>marking</i> pada <i>sample cup</i>	0,2	0,2	0,4	0,266
Pengisian tinta berlebihan.	0,6	0,6	0,6	0,6
Pencampuran tinta terlalu encer	0,2	0,4	0,2	0,266
Kurangnya pembersihan mandrill secara berkala.	0,6	0,8	0,6	0,666
Kurangnya perhatian / teledor dalam <i>control</i> jalannya proses produksi.	1	1	1	1
Kurangnya kesesuaian temperature sinar UV pada mesin	0,8	0,6	0,8	0,733
Kurangnya perhatian dalam kebersihan area kerja	0,6	0,6	0,8	0,666
Bak tinta kehabisan tinta saat proses produksi	0,4	0,4	0,4	0,4
Menyusun <i>cup</i> dengan asal-asalan	0,2	0,2	0,2	0,2
Tidak mengenakan atribut seperti sarung tangan	0,2	0,2	0,2	0,2
Tidak merekatkan lakban kardus pada	0,2	0,2	0,2	0,333

susunan palet				
Tidak memberi label barcode pada kardus	0,2	0,2	0,2	0,2

Menghitung assessed effect

Perhitungan *Assessed Effect* (AE) dilakukan pada masing-masing EPC di setiap *task*. Rumus pada perhitungan *Assessed Effect* (AE) dapat dilihat pada rumus (1). Berikut merupakan contoh perhitungan *Assessed Effect* (AE) *Possible error* tidak memperhatikan warna *cup* polos yang harus sesuai dengan *standart*.

$$\begin{aligned}
 AE_i &= [(b_i - 1) \times c_i + 1] \\
 &= [(2 - 1) \times 0,2 + 1] \\
 &= 1,2
 \end{aligned}$$

keterangan:

b_i = Nilai *Error Producing Condition* (EPC)

c_i = Nilai *Assessed Proportion of Effect* (APOE)

Tabel 4.7 adalah hasil perhitungan dari nilai *Assessed Effect* (AE) operator *printing cup*.

Tabel 6. *Assessed Effect Printing Cup*

No	<i>Possible Error</i>	<i>Assessed Effect</i>
1	Tidak memperhatikan warna <i>cup</i> polos yang harus sesuai dengan standart	1,2
2	Tidak memeriksa apa ada yang <i>short material</i>	1,2
3	Tidak memeriksa adanya oli/grease	1,33
4	Pemeriksaan adanya <i>defect cup</i> kurang maksimal	1,4
5	Pemeriksaan <i>standart cup</i> kurang maksimal	1,4
6	Tidak memeriksa adanya <i>cup</i> penyok	1,37
7	Tidak memeriksa adanya <i>body cup over</i> standart.	1,18
8	Tidak memeriksa apakah susunan <i>cup</i> terlalu panjang.	1,02
9	Tidak memberi tanda marking pada sample cup	1,03
10	Pengisian tinta berlebihan.	3,4
11	Pencampuran tinta terlalu encer	2,06
12	Kurangnya pembersihan mandrill secara berkala.	3
13	Kurangnya perhatian / teledor dalam control jalannya proses produksi.	1,2
14	Kurangnya kesesuaian temperature sinar UV pada mesin	1,14
15	Kurangnya perhatian dalam kebersihan area kerja	1,13
16	Bak tinta kehabisan tinta saat proses produksi	1,08
17	Menyusun cup dengan asal-asalan	1,02
18	Tidak mengenakan atribut seperti sarung tangan	1,02
19	Tidak merekatkan lakban kardus pada susunan palet	1,02
20	Tidak memberi label barcode pada kardus	1,02

Hasil perhitungan AE nilai terbesar ditunjukkan pada nomor EPC 10 yakni pengisian tinta berlebihan yaitu sebesar 3,4. Faktor yang mempengaruhi suatu besaran nilai AE adalah nilai EPC dan nilai APOE. Nilai dari APOE dan EPC secara berturut-turut adalah 5 dan 0,6.

Menghitung human error probability (hep)

Nilai HEP didapatkan dari perkalian antara *generic task* dan nilai *Assessed Effect* (AE) dapat dilihat pada rumus (2) sehingga didapat nilai probabilitas terjadi suatu kesalahan atau kegagalan manusia terhadap aktivitas yang dikerjakan. Berikut merupakan contoh perhitungan HEP operator *printing cup* pada *task* Pemeriksaan material *cup* polos oleh QC.

$$\begin{aligned}
 HEP_j &= a \times AE_1 \times AE_2 \times A_31 \times AE_4 \times AE_5 \\
 &= 0,0004 \times 1,2 \times 1,2 \times 1,33 \times 1,4 \times 1,4 \\
 &= 0,00151
 \end{aligned}$$

keterangan:

a = Nilai *Human Unreliability* (GTTS)

AE = Nilai *Assessed Effect*

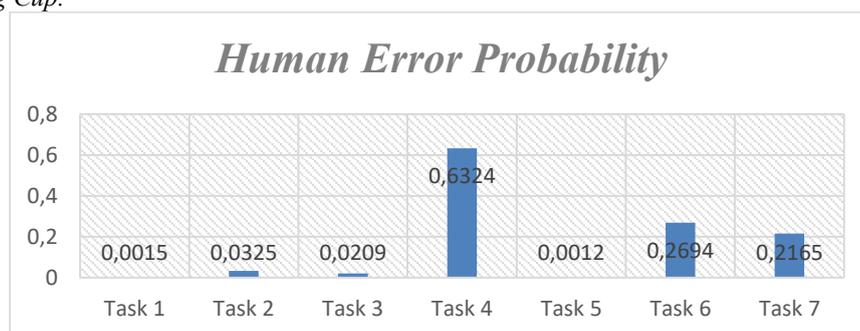
Nilai *human unreliability* (a) operator *printing cup* didapatkan melalui tabel 4.2, sedangkan nilai *Assessed Effect* (AE) operator *printing cup* didapatkan melalui tabel 4.6. Tabel 4.7 merupakan tabel rekap hasil perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP) operator *printing cup*.

Tabel 7. Rekap Nilai *Human Error Probability* (HEP) Operator *Printing Cup*

Task	Human	Possible Error	Assessed	HEP
------	-------	----------------	----------	-----

		<i>Unreliability</i>		<i>Effect</i>	
Pemeriksaan material <i>cup</i> polos oleh QC	0,0004	Tidak memperhatikan warna <i>cup</i> polos yang harus sesuai dengan <i>standart</i>		1,2	
		Tidak memeriksa apa ada yang <i>short material</i>		1,2	
		Tidak memeriksa adanya oli/grease		1,33	0,0015
		Pemeriksaan adanya <i>defect cup</i> kurang maksimal		1,4	
Mengeluarkan <i>cup</i> polos dari box	0,02	Pemeriksaan <i>standart cup</i> kurang maksimal		1,4	
		Tidak memeriksa adanya <i>cup</i> penyok		1,37	0,0325
Penataan material <i>cup</i> pada bidang vider	0,02	Tidak memeriksa adanya <i>body cup over standart.</i>		1,18	
		Tidak memeriksa apakah susunan <i>cup</i> terlalu panjang.		1,02	0,0209
Pengisian ulang tinta pada mesin	0,09	Tidak memberi tanda marking pada <i>sample cup</i>		1,03	
		Pengisian tinta berlebihan.		3,4	0,6324
Pembersihan mandrill	0,0004	Pencampuran tinta terlalu encer		2,06	
		Kurangnya pembersihan mandrill secara berkala.		3	0,0012
<i>Controlling</i> mesin	0,16	Kurangnya perhatian / teledor dalam <i>control</i> jalannya proses produksi.		1,2	
		Kurangnya kesesuaian temperature sinar UV pada mesin		1,14	0,2694
		Kurangnya perhatian dalam kebersihan area kerja		1,13	
		Bak tinta kehabisan tinta saat proses produksi		1,08	
<i>Packing cup</i>	0,02	Menyusun <i>cup</i> dengan asal-asalan		1,02	
		Tidak mengenakan atribut seperti sarung tangan.		1,02	
		Tidak merekatkan lakban kardus pada susunan palet		1,02	0,2165
		Tidak memberi label <i>barcode</i> pada kardus		1,02	

Gambar 5 berikut didapat berdasarkan hasil tabel 7 perhitungan rekap nilai *Human Error Probability* (HEP) Operator *Printing Cup*.



Gambar 5. Diagram Hasil Perhitungan *Human Error Probability*
 Pada gambar 5 diketahui bahwa nilai HEP tertinggi dari seluruh *task* yaitu *task 4* (pengisian ulang tinta pada mesin)

dengan nilai sebesar 0,6324. Aktivitas tersebut menunjukkan probabilitas tertinggi terhadap suatu *human error* yang terjadi. Sedangkan HEP terendah terdapat pada *task 5* (pembersihan mandrill) dengan nilai sebesar 0,0012. Aktivitas tersebut menunjukkan probabilitas terendah terhadap suatu *human error* yang terjadi. Jadi, *possible error task 4* (pengisian ulang tinta pada mesin) adalah faktor paling dominan yang mengakibatkan kecacatan dan harus segera diperbaiki.

E. Pembahasan dan rekomendasi perbaikan

Berdasarkan hasil analisis dari metode *Human Reliability Assessment* sangatlah perlu secepatnya dilakukan perbaikan dalam penanganan kemungkinan terjadinya *human error* ini yang bertujuan untuk menekan/meminimalisir persentase *defect* pada proses produksi *printing cup*. Berikut adalah usulan rekomendasi perbaikan yang harus dilakukan oleh pihak perusahaan PT Indo Ceria Plastik & *Printing* dalam penanganan *human error* dalam proses produksi *printing cup*.

Penambahan instruksi kerja tertulis pada area produksi

Hasil analisis dari metode *Human Reliability Assessment* didapatkan hasil *possible error task 4* (pengisian ulang tinta pada mesin) adalah faktor paling dominan yang mengakibatkan kecacatan dan harus segera diperbaiki. Sesuai dengan hasil tabel 4.3 penilaian *Error Producing Conditions* operator *printing cup* didapatkan bahwa faktor ini dipengaruhi oleh keraguan pada standar performansi yang diharuskan, hal ini disebabkan kurangnya instruksi kerja yang tertulis di dalam area produksi *printing cup* baik itu instruksi tentang proses produksi maupun instruksi pengoperasian mesin. Instruksi kerja adalah dokumen yang mengatur secara rinci dan jelas suatu urutan pekerjaan, dan didalamnya merinci langkah-langkah urutan sebuah aktivitas yang lebih spesifik atau bersifat teknis. Seperti instruksi mengenai urutan-urutan yang perlu dilakukan oleh pengguna mesin dari awal hingga akhir penggunaan [10].

Maka yang harus dilakukan oleh PT Indo Ceria Plastik & *Printing* dalam menangani hal ini adalah dengan memberikan informasi yang jelas dan tertulis mengenai instruksi kerja tentang proses produksi maupun proses pengoperasian mesin khususnya instruksi dalam hal langkah-langkah pengisian tinta pada mesin yang sesuai agar tidak terjadi *human error* dalam proses pengisian tinta seperti kelebihan mengisi tinta kedalam bak tinta yang dapat menyebabkan tinta tumpah dan mengkontaminasi bak tinta warna lainnya.

Penyesuaian suhu ruangan

Kenyamanan karyawan menjadi hal mutlak dalam mempengaruhi terciptanya kondisi kerja yang kondusif. Suhu ruangan yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya kegiatan proses produksi. Kondisi ini menyebabkan pekerja menjadi tidak nyaman yang mengakibatkan konsentrasi menjadi menurun dan akan memicu terjadinya kesalahan dalam penanganan produk sehingga dapat terjadi kerusakan pada hasil produksi.

Seperti permasalahan yang terjadi di PT Indo Ceria Plastik *Printing* yakni suhu ruangan yang tinggi yang dapat menimbulkan kelelahan akibat kehilangan cairan oleh penguapan keringat dan terbatasnya panas tubuh sehingga juga akan meningkatkan rasa cemas dan ketidakmampuan berkonsentrasi serta cenderung menimbulkan kesalahan. Proses produksi *printing cup* khususnya pekerjaan *packing cup* merupakan pekerjaan yang membutuhkan tingkat konsentrasi, kecepatan dan ketepatan yang tinggi, sehingga apabila operator menerima panas yang tidak sesuai dari kondisi suhu udara normal, memungkinkan operator untuk kehilangan konsentrasi. Beberapa solusi alternatif dalam mengendalikan suhu lingkungan kerja panas pada ruang produksi [11] antara lain:

- Pemasangan ventilasi dan kipas angin pada area yang belum tersedia agar pergantian udara lebih baik.
- Memastikan ketersediaan air minum yang cukup bagi pekerja untuk membantu rehidrasi tubuh akibat suhu ruangan yang panas.
- Menanam pohon/tumbuhan di luar lingkungan ruang produksi yang masih kosong agar menjadi teduh.
- Pemasangan *exhaust fan* pada ruang produksi.

Pelatihan karyawan

Berdasarkan hasil kuesioner *Error Producing Condition* salah satu penyebab ketidakandalan operator adalah kurangnya pengalaman dan keterampilan operator karena dalam proses penerimaan karyawan baru, tidak adanya penyelesaian atau pelatihan yang dilakukan oleh pihak perusahaan PT Indo Ceria Plastik *Printing*, bahkan pula tidak adanya masa *training* bagi karyawan baru sehingga karyawan baru tersebut haruslah beradaptasi langsung dengan kondisi yang ada di lapangan. Sehingga, aktual di lapangan pada kenyataannya operator perlu menyesuaikan diri belum siap mendapatkan *pressure* proses produksi dalam mengimbangi kecepatan mesin khususnya proses *packing* yang membutuhkan ketelitian dan proses yang berulang-ulang dalam jangka waktu yang panjang.

Menurut Ahyakudin [12], dikatakan bahwa metode dalam pelatihan dibagi menjadi dua yaitu *on the job training* dan *off the job training*. *On the job training* lebih banyak digunakan dibandingkan dengan *off the job training*. Hal ini disebabkan karena metode *on the job training* lebih berfokus pada peningkatan produktivitas secara cepat. Sedangkan metode *off the job training* lebih cenderung berfokus pada perkembangan dan pendidikan jangka panjang. Menurut Ekarendyka [13], pemberian pelatihan dengan metode *on the job training* mempunyai pengaruh dan memberikan hasil yang positif terhadap kemampuan dan kinerja operator. Metode *on the job training* ini termasuk kedalam pelatihan

informal, dimana terjadi interaksi dan umpan balik diantara karyawan. Operator dapat belajar secara langsung dan mempelajari pekerjaan dan melakukan penanganan terhadap pekerjaannya dibawah bimbingan supervisor ahli. Untuk itu metode pelatihan yang tepat untuk diterapkan dalam perusahaan PT Indo Ceria Plastik & *Printing* adalah beberapa macam teknik dari metode *on the job training*, yaitu *coaching and counseling* dimana atasan memberikan bimbingan dan pelatihan secara langsung kepada bawahan dalam pelaksanaan pekerjaan rutin mereka dan juga teknik *apprenticeship* dalam proses penerimaan karyawan baru, dengan melakukan penyeleksian karyawan dengan cara melakukan bimbingan serta pelatihan dasar dari seorang yang berpengalaman maupun dari atasan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan dan analisis data untuk mengidentifikasi penyebab utama *defect* produk *cup printing* dengan metode *Statistical Process Control* (SPC) dapat disimpulkan bahwa kecacatan yang sering terjadi ialah kecacatan *reject awal start* sebanyak 91.450 pcs (36,175%), sedangkan *defect tinta* sebanyak 80.750 pcs (31,942%) dan *defect body* sebanyak 80.600 pcs (31,883%) dari hasil *fishbone diagram* terlihat bahwa faktor manusia menjadi hal yang paling dominan dalam mempengaruhi kecacatan yang terjadi selama proses produksi *cup printing*, hal ini ditandai dengan banyaknya *human error* yang telah teridentifikasi dalam diagram tersebut.

Berdasarkan hasil analisis untuk mengidentifikasi kemungkinan – kemungkinan kesalahan yang terjadi dan mengukur keandalannya dari setiap kegiatan dengan menggunakan metode *Human Reliability Assessment* didapatkan nilai HEP tertinggi dari seluruh *task* yaitu pengisian ulang tinta pada mesin dengan nilai sebesar 0,6324 sehingga menjadi faktor yang paling dominan mengakibatkan kecacatan dan harus segera diperbaiki. Berikut beberapa rekomendasi perbaikan dari faktor dominan penyebab kemungkinan terjadinya *human error*, diantaranya:

- Penambahan instruksi kerja tertulis pada area produksi khususnya instruksi mengenai langkah-langkah pengisian tinta pada mesin yang sesuai.
- Penyesuaian suhu ruangan dengan pemasangan ventilasi dan kipas angin pada area yang belum tersedia agar pergantian udara lebih baik.
- Memastikan ketersediaan air minum yang cukup bagi pekerja untuk membantu rehidrasi tubuh akibat suhu ruangan yang panas
- Menanam pohon/tumbuhan di luar lingkungan ruang produksi yang masih kosong agar menjadi teduh.
- Pemasangan *exhaust fan* pada ruang produksi.
- Pelatihan karyawan dengan metode *on the job training (coaching and counseling dan apprenticeship)*.

Dari semua perhitungan dan pengamatan yang dilakukan, diharapkan kedepannya pihak perusahaan PT Indo Ceria Plastik *Printing* dapat menerapkan semua usulan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan agar dapat menekan tingkat kemungkinan terjadinya *human error* pada setiap pekerjaan dalam proses produksi *printing cup*, hal ini nantinya akan mengurangi jumlah kecacatan *printing cup* serta persentase *reject printing cup* yang disebabkan oleh *human error* pada setiap proses produksi. Kemudian untuk penelitian selanjutnya, diharapkan penggunaan metode lain yang dapat menghitung probabilitas *human error* dari setiap individu pekerja pada suatu rangkaian proses kerja, dikarenakan metode HEART yang digunakan pada penelitian ini hanya menghitung probabilitas *human error* dari setiap elemen kerja yang ada, sehingga probabilitas *human error* dari setiap individu pekerja yang melakukan elemen kerja tersebut belum dapat diamati secara menyeluruh. Selain itu pada penelitian selanjutnya diharapkan agar lebih memperdalam usulan perbaikan yang telah dipaparkan sebelumnya, dengan melakukan analisis lebih lanjut terhadap seluruh metode yang telah diusulkan, seperti melakukan analisis lanjutan terhadap metode *on the job training* teknik *coaching and counseling* dan *apprenticeship*.

REFERENSI

- [1] R. S. Pani, H. Sukarjo, and Y. S. Purwono, "Pembuatan Biofuel dengan Proses Pirolisis Berbahan Baku Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) pada Suhu 250 °C dan 300 °C," *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, May 2017, doi: 10.30588/jeemm.v1i1.226.
- [2] R. Riyono and G. E. Budiraharja, "PENGARUH KUALITAS PRODUK, HARGA, PROMOSI DAN BRAND IMAGE TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN PRODUK AQUA," *JURNAL STIE SEMARANG (EDISI ELEKTRONIK)*, vol. 8, no. 2, pp. 92–121, 2016.
- [3] . S. Mahaputra, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Plastik Injeksi dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Kaizen di CV. Gradient Kota Bandung," *Media Nusantara*, vol. 18, no. 1, pp. 1–16, 2021.
- [4] D. W. Ariani, "Manajemen Kualitas," vol. 1, Jakarta: Universitas Terbuka, 2014, pp. 1–61 [Online]. Available: <http://repository.ut.ac.id/4792/>. [Accessed: Dec. 26, 2022].
- [5] S. M. Wirawati and S. M. Wirawati, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS KEMASAN BOTOL PLASTIK DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DI PT. SINAR SOSRO KPB PANDEGLANG," *Jurnal Intent: Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu*, vol. 2, no. 1, pp. 94–102, Mar. 2019, doi: 10.47080/intent.v2i1.524.

- [6] N. G. N. Desianti, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN STATISTIC PROCESSING CONTROL (SPC) PADA CV. PUSAKA BALI PERSADA (KOPI BANYUATIS)," *Jurnal Pendidikan Ekonomi Undiksha*, vol. 10, no. 2, pp. 637–647, 2018, doi: 10.23887/jjpe.v10i2.20151.
- [7] R. Ratnadi and E. Suprianto, "PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI MENGGUNAKAN ALAT BANTU STATISTIK (SEVEN TOOLS) DALAM UPAYA MENEKAN TINGKAT KERUSAKAN PRODUK," *INDEPT*, vol. 6, no. 2, 2016.
- [8] Y. Wang, H. Zheng, and X. Lu, "Dynamic Risk Analysis in Metro Construction Using Statistical Process Control," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2020, pp. 1–11, Feb. 2020, doi: 10.1155/2020/4053042.
- [9] K. Rujianto and H. C. Wahyuni, "Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode SQC dan HRA Guna Meningkatkan Hasil Produksi Tahu di IKM H. Musauwimin," *prozima*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, Jun. 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i1.1065.
- [10] W. Mizarvi, M. Kurniawati, and R. Rispianda, "PERANCANGAN INSTRUKSI KERJA DOKUMEN DAN VISUAL PADA MESIN ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE," *JIEM*, vol. 2, no. 2, p. 14, Dec. 2017, doi: 10.33536/jiem.v2i2.148.
- [11] D. T. Rezalti and Ag. E. Susetyo, "Kadar Suhu dan Kelembaban di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa," *Industrial Engineering Journal of the University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: <https://doi.org/10.30738/iejst.v4i2.9483>.
- [12] A. Ahyakudin, M. A. Najib, and D. Haryadi, "Peran Pelatihan Dengan Metode On The job Training dan Metode Apprenticeship Untuk meningkatkan Kinerja Karyawan Pada perusahaan Labbaik Chicken Kota Serang," *JIEC*, vol. 3, no. 2, p. 20, Nov. 2019, doi: 10.35448/jiec.v3i2.6592.
- [13] E. V. Ekarendyka, "Pengaruh Pelatihan Terhadap Kemampuan Kerja dan Kinerja Karyawan (Studi Pada Karyawan AUTO 2000 Malang-Sutoyo Bagian Divisi Service)," Undergraduate Thesis, Universitas Brawijaya, 2013.