

Analysis of Defects in U-Ditch Concrete Using DMAIC Method and RCA Method

[Analisa Defect pada Beton U-Ditch Menggunakan Metode DMAIC dan Metode RCA]

Risha Siti Aliyah¹⁾, Inggit Marodiyah^{*2)}

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

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

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

Abstract. *PT XYZ is one of the concrete companies that produces U Ditch concrete. The company's defect standard is 0.1% but in the period January to November 2023 the percentage of defects was more than 0.1%. This study aims to analyze the causes of defects and minimize the occurrence of these defects. The methods used are DMAIC and RCA. DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) is used to define the level of defect control. RCA is used to analyze the causes of defects. The results of data processing are the causes of the highest defects, namely from the worker factor, which often occurs human error, from the material factor that does not meet the standards, from the machine factor, lack of calibration, and from the production environment factor which is still carried out in an open space. The DPMO value of PT XYZ is 46557 or per one million products there is a possibility of 46557 defective products.*

Keywords – risk analysis; defect; U-Ditch; DMAIC; RCA

Abstrak. *PT XYZ merupakan salah satu perusahaan beton yang memproduksi beton U Ditch. Standar kecacatan perusahaan sebesar 0,1% namun pada periode Januari hingga November 2023 persentase kecacatan lebih dari 0,1%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kecacatan dan meminimalkan terjadinya kecacatan tersebut. Metode yang digunakan yaitu DMAIC dan RCA. DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) digunakan untuk mendefinisikan tingkat pengendalian kecacatan. RCA digunakan untuk menganalisis penyebab terjadinya kecacatan. Hasil dari pengolahan data yaitu penyebab defect tertinggi yaitu dari faktor pekerja seringkali terjadi human error, dari faktor material yang tidak sesuai standar, dari faktor mesin kurangnya kalibrasi, dan dari faktor lingkungan produksi yang masih dilakukan di ruang terbuka. Nilai DPMO PT XYZ sebesar 46557 atau per satu juta produk kemungkinan terjadi 46557 produk defect.*

Kata Kunci – Analisis risiko; kecacatan; beton U-Ditch; DMAIC; RCA

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi beton. Kapasitas produksi beton yang seharusnya meningkat dan secara signifikan meningkatkan kebutuhan bahan baku. PT XYZ ini juga memproduksi berbagai macam produk beton seperti beton siap pakai, beton pracetak, beton pasangan bata, beton pecah dan didirikan pada tahun 1991 berdasarkan akta notaris Suyati Subadi, SH No. 18/1991 dan akta perubahannya [1].

Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai jenis beton ringan seperti bata ringan, bata ringan panel, dan mortar. Dibandingkan produk lainnya, bata ringan menjadi produk utama dengan volume produksi tertinggi. Oleh karena itu, saat membuat beton *precast* atau beton u-ditch, lebih mungkin mengalami cacat produk yang besar. Cacat yang biasa terjadi pada saat pembuatan beton *precast* atau beton uditch antara lain pecah, retak, luas tidak dipotong, dan dimensi tidak presisi. Balok beton ringan ini menyebabkan cacat produk terbanyak, dan persentase rata-rata cacat melebihi toleransi beton yang ditetapkan oleh perusahaan. Total jumlah produksi beton u-uditch di bulan Januari sampai dengan bulan November 2023 mencapai 10937 unit. Permasalahan pada PT XYZ ialah banyaknya terjadi kecacatan produk dalam proses produksi diduga dikarenakan kurangnya perhatian saat pengendalian kualitas. Pentingnya pengendalian kualitas pada proses produksi untuk meminimalkan risiko kecacatan yang terjadi [2]. Produksi pada bulan Januari sebanyak 1010 unit, bulan Februari 1033 unit, bulan Maret 998 unit, bulan April 1180 unit, bulan Mei 1200 unit, bulan Juni 1227 unit, bulan Juli 1109 unit, bulan Agustus 1272 unit, bulan September 1309 unit, Oktober 1223 unit, dan bulan November 1150 unit. Standar yang diberikan kepada perusahaan untuk kecacatan produk sebesar 0,1% dari produksi disetap bulannya. Pada bulan Januari didapatkan kecacatannya yaitu sebesar 0,6%, bulan Februari didapatkan kecacatan sebesar 0,2%, di bulan Maret didapatkan kecacatan sebesar 0,3%, di bulan April didapatkan kecacatan sebesar 0,2%, di bulan Mei didapatkan kecacatan 0,3%, di bulan Juni didapatkan kecacatan sebesar 0,4%, di Bulan Juli didapatkan kecacatan sebesar 0,5%, di bulan agustus didapatkan kecacatan sebesar 0,4%, di bulan September didapatkan kecacatan sebesar 0,7%, di bulan Oktober didapatkan kecacatan sebesar 0,5%, di bulan November didapatkan kecacatan sebesar 0,6%. Sementara

penerapan metode RCA dapat ditargetkan dapat meminimalisir produk cacat. kami melakukan penelitian untuk menganalisis sejauh mana cacat pada beton *precast* atau beton u-ditch dengan menggunakan metode *define, measure, analyze, improve, dan control* (DMAIC) dan metode *Root Cause Analysis* (RCA) memperjelas ruang lingkup dan penyebab cacat produk, serta memberikan rekomendasi perbaikan [3].

DMAIC adalah pendekatan lengkap untuk menerapkan pengendalian dan peningkatan kualitas dimulai dengan mengidentifikasi masalah, menerapkan pengendalian, dan membuat rekomendasi perbaikan [4]. DMAIC juga merupakan suatu metode yang didalam pengukurannya yang terdapat nilai sigma yang terdiri dari *define, meansue, analysis, improve dan control* [5]. DMAIC juga menganalisis kualitas apa yang diinginkan pelanggan DMAIC juga bertujuan untuk mengurangi *defect* untuk peningkatan kualitas produk dengan memberikan usulan dengan cara perbaikan [6].

RCA (*Root Cause Analysis*) yaitu salah satunya ialah suatu system yang dikembangkan, untuk menjaga standar dari kualitas produksi, pada tingkat biayanya yang juga minimum dan merupakan bantuan agar mencapai efisiensi perusahaan pada pabrik [7]. Metode *root cause analysis* (RCA) juga merupakan sebuah penyelidikan terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan dengan cara mengidentifikasi penyebab permasalahan yang sebenarnya terjadi pada suatu peristiwa. dengan tujuan menciptakan dan menerapkan solusi yang dapat mencegah masalah terulang kembali Analisis akar penyebab, dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab masalah. Oleh karena itu, bagi perusahaan untuk meminimalisir terjadinya cacat produk khususnya pada proses pembuatan beton *precast*. Hal ini dirancang untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan jumlah produk cacat pada setiap keluarannya dapat dikurangi sehingga memungkinkan perusahaan untuk memperkenalkan metode DMAIC dan metode RCA cacat produk dalam proses produksinya [8]. *Root cause analysis* adalah sebuah alat kerja yang sangat berguna untuk mencari akar masalah dari suatu insiden yang telah kerja

RCA (*Root Cause Analysis*) juga sebagai alat tambahan baru pada metode DMAIC yang bertujuan agar tercapainya tujuan tersebut yaitu untuk menyederhanakan masalah yang kompleks dengan mengidentifikasi kontradiksi yang melekat pada masalah dan hubungan antara kontradiksi RCA juga dapat digunakan sebagai alat independen. Dalam penelitian ini rca juga dapat menguraikan pokok permasalahan yang disajikan dalam bentuk diagram pohon, sebab akibat dengan mengikuti beberapa aturan didalam pembuatannya [8]. RCA (*Root Cause Analysis*) ini juga merupakan suatu proses mengidentifikasi akar penyebab suatu kecelakaan, masalah, kekhawatiran, atau ketidaksesuaian yang terjadi [4]. RCA (*Root Cause Analysis*) yaitu guna untuk meningkatkan kecakapan dari sebuah system sehingga nantinya dapat meningkatkan faktor ketersediaan sistem tersebut [9].

Penelitian terdahulu yang mendukung penelitian dengan merancang parit bentuk U prefabrikasi dengan sistem bergelombang pada dindingnya sehingga mengurangi berat parit berbentuk U jenis U-Ditch atau *precast* biasa [10]. Menemukan bahwa hal ini mungkin untuk dikurangi Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan karton mengurangi kekuatan parit U, namun dapat diperkuat kembali dengan menggunakan metode DMAIC dan metode RCA. menemukan produk *Ugroove* prefabrikasi lokal tidak memenuhi syarat kekuatan. Untuk itu diajukan usulan desain dan ruang lingkup U-Ditch sesuai SNI 1725: 2016. memperoleh desain U-*groove* yang memenuhi standar SNI 1725: 2016 serta meningkatkan kapasitas dan efisiensi U-*groove*. menemukan bahwa defleksi komponen beton pracetak alur U lokal yang diperoleh dari pengujian lebih rendah dibandingkan dengan komponen beton pracetak alur U standar Jepang. Pembuatan bekisting saluran V-*groove* prefabrikasi, dimulai dari pemilihan bahan yang digunakan, perakitan, hingga penyelesaian [6].

Tujuan Penelitian : (1) Mengetahui penyebab *defect* tertinggi terhadap *defect* beton U-Ditch atau *precast* yang dialami oleh PT XYZ, (2) Mengetahui nilai DPMO pada proses pembuatan beton U-Ditch atau *precast*.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ yang terletak di Tambak Oso, Jl. H. anwar Hamzah Blok F02- F03, kp. Baru, Tambakoso, Kec. Waru, Sidoarjo, Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, dari bulan Oktober Tahun 2023 sampai dengan bulan Maret Tahun 2024.

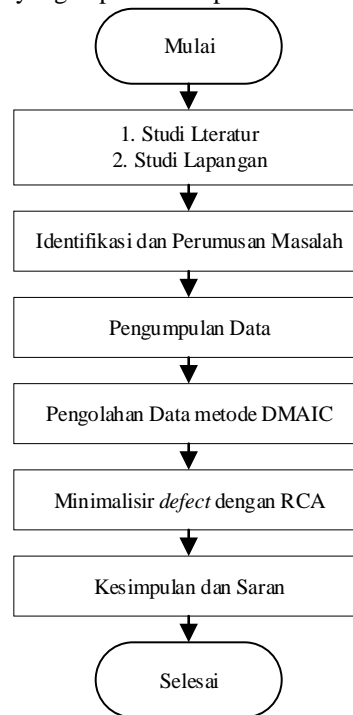
B. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder data primer yang dibutuhkan untuk informasi yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini yaitu observasi yang dilakukan dengan cara memperhatikan setiap tindakan yang dilakukan dalam suatu bagian produksi. Dari pengamatan tersebut, dan mengenali objek yang menjadi fokus penelitian untuk memperoleh informasi yang diperlukan. Termasuk data produksi dan jenis cacat yang terjadi pada setiap produk. Melalui observasi atas cacat-cacatnya produk tersebut, maka tujuannya adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacatnya pada produk. Selanjutnya yaitu melakukan wawancara yang dilaksanakan terhadap 2 operator dan 3 pengawas produksi untuk mengetahui analisis penyebab terjadinya kecacatan. Narasumber dalam proses wawancara ialah mereka yang terlibat langsung dalam permasalahan yang akan menjadi fokus *expert* di bidangnya. Wawancara dilakukan dengan

menyajikan sejumlah pertanyaan, dan informasi yang diperoleh dari wawancara dicatat sebagai data yang relevan. Data hasil wawancara mencakup informasi mengenai produksi serta jenis cacat yang terjadi dari awal proses produksi hingga menjadi proses produksi jadi. Setelah itu ada data skunder yang diperlukan dalam sebuah penelitian untuk tinjauan umum perusahaan, dan jumlah produksi, dan jumlah cacat produksi, data jumlah cacat produksi dan data jenis cacat produk yang didapatkan dari sebuah perusahaan

C. Alur Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis metode, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan melalui observasi lapangan dengan mengamati aktivitas yang dilakukan oleh bagian produksi. Selanjutnya yaitu, data hasil pengamatan dicatat dan objek penelitian diidentifikasi untuk pengumpulan data produksi dan jenis kecacatan produk pada hasilnya di catat sebagai bagian dari pengumpulan data. Sementara itu, metode kuantitatif menggunakan metode DMAIC dengan RCA.

A. DMAIC

DMAIC disebut strategi karena berfokus terhadap peningkatan kepuasan pelanggan yang disebut disiplin ilmu karena mengikuti model formal, yaitu seperti (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [11]. Berikut merupakan langkah-langkah yang dipakai oleh metode DMAIC yaitu:

a. Define

Pada tahap *define* dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi agar dapat diatasi berdasarkan dengan diagram pareto. Cacat yang terdapat pada *singke part side frame* ialah cacat yang diakibatkan korosi pada material. Dalam tahap *define*, identifikasi kebutuhan pelanggan. Pada tahap ini, diagram sebab akibat dan diagram Pareto adalah alat statistik yang sering digunakan [12].

b. Measure

Pada tahap *measure* yaitu tahap peta kendali np yang digunakan untuk mengetahui penyimpangan pada data cacat. Peta kendali np ini dapat membantu pengendalian kualitas produksi dan memberikan informasi untuk melakukan perbaikan kualitas [12].

Perhitungan proporsi kecacatan menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{\text{Jumlah produk tidak sesuai (cacat)}}{\text{Jumlah total}} \quad (1)$$

Sumber: [8].

Perhitungan *upper control limit* (UCL) menggunakan rumus berikut.

$$UCL = P + 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \quad (2)$$

Sumber: [8].

Perhitungan *control limit* (CL) menggunakan rumus berikut.

$$CL = \frac{\Sigma Defect}{\Sigma \text{Jumlah produksi}} \quad (3)$$

Sumber: [13]

Perhitungan *lower control limit* (LCL) menggunakan rumus berikut.

$$LCL = P - 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \quad (4)$$

Sumber: [8].

Pada tahap *measure* juga menggunakan perhitungan DPMO dan sigma. Berikut merupakan rumus yang digunakan.

Perhitungan *Defect per Unit* (DPU) menggunakan rumus berikut.

$$DPU = \frac{\text{Amount of Defect}}{\text{Amount of Unit}} \quad (5)$$

Sumber: [14].

Perhitungan *Defect per Opportunities* (DPO) menggunakan rumus berikut.

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ} \quad (6)$$

Sumber: [14].

Perhitungan *Defect per Million Opportunitiest* (DPMO) menggunakan rumus berikut.

$$DPMO = DPO \times 10^6 \quad (7)$$

Sumber: [14].

Perhitungan Sigma menggunakan rumus berikut.

$$\text{Level Sigma} = \text{Normsinv} \left(1 - \frac{DPMO}{1000000} \right) + 1,5 \quad (8)$$

Sumber: [8].

c. Analyze

Pada tahap *Analyze* yaitu tahap yang dimana penyebabnya atau penyebab masalah yang dicari dan di tentukan. Analisis ini yaitu dimana fase akar penyebabnya yaitu masalah yang didenifisikan atau analisis penyebab akar yang dilakukan berdasarkan analisis data [12].

d. Improve

Pada tahap *Improve* ini yaitu dimana pada fase proses yang ditingkatkan dan penyebab pada kegagalan yang dihilangkan berdasarkan hasil fase analisis [12]. Pada tahap ini terintegrasi dengan metode RCA untuk meminimalkan terjadinya kecacatan. Dalam analisa sigma, RCA menjadi elemen penting dalam melakukan identifikasi faktor yang menghambat pencapaian tingkat kualitas [13]. RCA merupakan alat yang digunakan untuk mencari akar suatu permasalahan dari risiko atau insiden yang terjadi di perusahaan [15].

e. Control

Pada tahap *Control* ialah dimana fase pemantauan pada kinerja dan memastikan bahwa masalah utama yang menyebabkan kegagalan yang tidak terulang Kembali [12]. Tujuan dari langkah terakhir ini adalah untuk mengotrol setiap pergerakan kegiatan agar memperoleh hasil yang maksimal dan mengurangi waktu. Ketidaknyamanan dan biaya yang tidak perlu [9].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Define

Tahap *define* merupakan analisis risiko yang dijadikan sebagai bahan prioritas (*critical to quality*) perbaikan pada perusahaan. CTQ pada perusahaan berjumlah 4 yaitu pecah, retak, luas tidak dipotong, dan dimensi tidak presisi. Cacat pecah memberikan dampak meningkatnya waktu produksi dan menurunnya produktivitas untuk *rework* pembuatan beton. Cacat retak memberikan dampak pada meningkatnya biaya produksi untuk biaya perbaikan struktur beton dan pembuatan beton ulang. Cacat luas tidak dipotong menyebabkan penambahan waktu produksi untuk *rework* dalam pemotongan luas yang tidak terpotong. Cacat dimensi tidak presisi menyebabkan menurunnya fungsionalitas beton dan juga menyebabkan *extra time* untuk *rework*. Standar persentase yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 0,1%, namun pada periode Januari hingga November 2023 persentase kecacatan lebih dari standar perusahaan.

Kecacatan yang terjadi pada proses produksi beton U-ditch terjadi saat proses *finishing*. Data kecacatan yang terjadi di perusahaan pada periode Januari hingga November 2023 dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Critical to Quality

Bulan	Total produksi (pcs)	Total kecacatan produksi (pcs)				Jumlah total kecacatan	% cacat (standar perusahaan 0,1%)
		Pecah	Retak	Luas tidak dipotong	Dimensi tidak presisi		
JAN	1010	0	4	0	2	6	0,6%

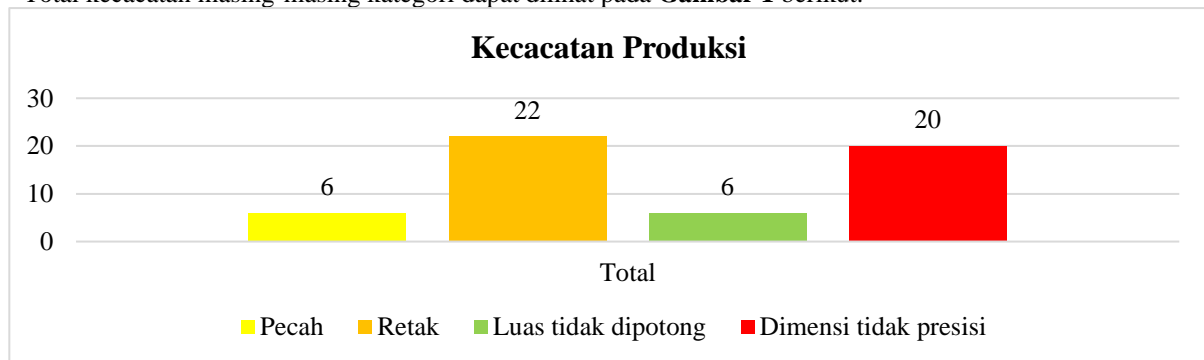
FEB	1033	0	2	0	0	2	0,2%
MAR	998	0	0	1	2	3	0,3%
APR	1180	0	2	0	0	2	0,2%
MEI	1200	0	1	1	1	3	0,3%
JUN	1227	1	2	0	2	5	0,4%
JULI	1109	1	2	0	3	6	0,5%
AGS	1272	1	2	0	2	5	0,4%
SEP	1309	2	3	1	3	9	0,7%
OKT	1223	0	1	1	4	6	0,5%
NOV	1150	1	3	2	1	7	0,6%

B. Tahap *Measure* (Pengukuran)

Tahap *Measure* merupakan tahap pengukuran dan evaluasi kecacatan produk dengan menggunakan histogram, peta kendali P dan perhitungan nilai sigma untuk mengetahui tingkat DPMO.

1. Histogram

Total kecacatan masing-masing kategori dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Histogram Kecacatan Produksi

Berdasarkan **Gambar 1**, cacat terbanyak pada jenis kecacatan retak dengan jumlah 22 pcs selama 11 bulan dan cacat terkecil pada luas tidak terpotong dan pecah sejumlah 6 pcs.

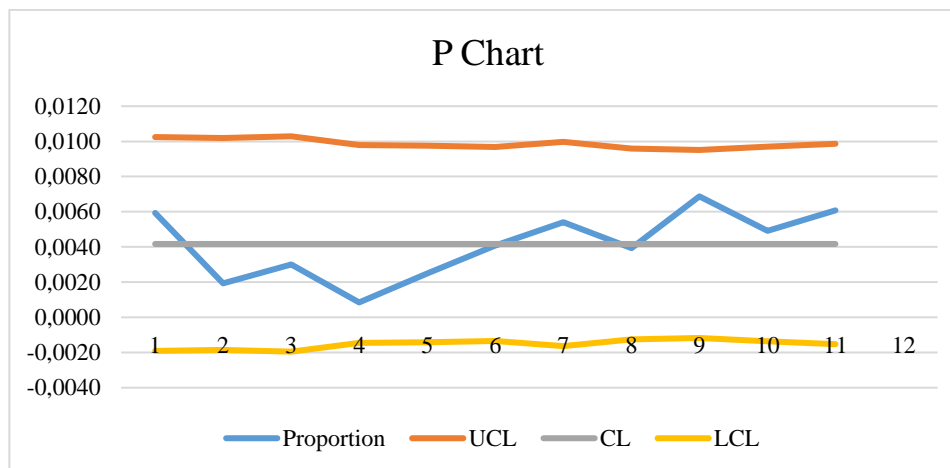
2. Peta Kendali P

Peta kendali P digunakan untuk mengetahui kecacatan yang masih di dalam batas kendali atau di luar batas kendali (data ekstrim). Perhitungan peta kendali P dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perhitungan UCL, CL, dan LCL

Bulan	Total produksi (pcs)	Jumlah total kecacatan	P	UCL	CL	LCL
JAN	1010	6	0,00594	0,01319	0,004248135	-0,00131
FEB	1033	2	0,00194	0,00604	0,004248135	-0,00217
MAR	998	3	0,00301	0,00820	0,004248135	-0,00219
APR	1180	2	0,00169	0,00529	0,004248135	-0,00190
MEI	1200	3	0,00250	0,00682	0,004248135	-0,00182
JUN	1227	5	0,00408	0,00953	0,004248135	-0,00138
JULI	1109	6	0,00541	0,01202	0,004248135	-0,00120
AGS	1272	5	0,00393	0,00920	0,004248135	-0,00133
SEP	1309	9	0,00687	0,01372	0,004248135	0,00002
OKT	1223	6	0,00491	0,01090	0,004248135	-0,00109
NOV	1150	7	0,00608	0,01296	0,004248135	-0,00079
Total	12711	54	0,00425	0,00598	0,004248	0,00252

Berdasarkan **Tabel 2**, total kecacatan tertinggi terjadi di bulan September sejumlah 9 pcs dengan hasil proporsi 0,0068. Dampak yang ditimbulkan yaitu pada peta kontrol terdapat BKA dan BKB yang berbeda jauh dari bulan yang lain. Sajian peta kontrol P pada PT XYZ selama periode 11 bulan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta Kendali P

Berdasarkan **Gambar 2**, tidak ada data ekstrim atau data yang melewati batas kendali atas dan batas kendali bawah. Meskipun demikian, tingginya persentase cacat yang terjadi di PT XYZ berarti bahwa tetap diperlukan pengendalian kecacatan.

3. Menghitung DPMO dan nilai Sigma

Tahap selanjutnya yaitu perhitungan DPMO serta sigma untuk mengetahui tingkat kualitas produksi berdasarkan jumlah kecacatan yang terjadi. Hal tersebut untuk menganalisis capaian *zero defect* pada PT XYZ. Contoh perhitungan DPMO pada bulan Januari sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{DPMO Januari} &= \text{DPO Januari} \times 10^6 \\ &= 0,02376 \times 10^6 \\ &= 23755,79047 \end{aligned}$$

Perhitungan DPMO dan nilai Sigma dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perhitungan DPMO dan Sigma

Bulan	Total produksi (pcs)	Jumlah kecacatan	DPU	CTQ	DPO	DPMO	Sigma
JAN	1010	6	0,00594	4	0,02376	23755,79047	3
FEB	1033	2	0,00194	4	0,00774	7742,484951	4
MAR	998	3	0,00301	4	0,01202	12024,0481	4
APR	1180	2	0,00169	4	0,00678	6779,661017	4
MEI	1200	3	0,00250	4	0,01000	10000	4
JUN	1227	5	0,00408	4	0,01631	16306,56339	4
JULI	1109	6	0,00541	4	0,02164	21641,11812	4
AGS	1272	5	0,00393	4	0,01573	15725,61939	4
SEP	1309	9	0,00687	4	0,02750	27496,23836	3
OKT	1223	6	0,00491	4	0,01963	19625,6409	4
NOV	1150	7	0,00608	4	0,02434	24338,3024	3

Berdasarkan **Tabel 3**, nilai sigma rata-rata berada pada nilai 4 yang berarti bahwa perusahaan memerlukan kontrol lebih agar PT XYZ dapat merealisasikan *zero defect*. Pada bulan Januari, September, dan November nilai sigma berada di angka 3 yang berarti bahwa sangat kecil kemungkinan untuk tercapainya *zero defect* PT XYZ sehingga perusahaan perlu meningkatkan kualitas produksi beton.

C. Tahap Analyze

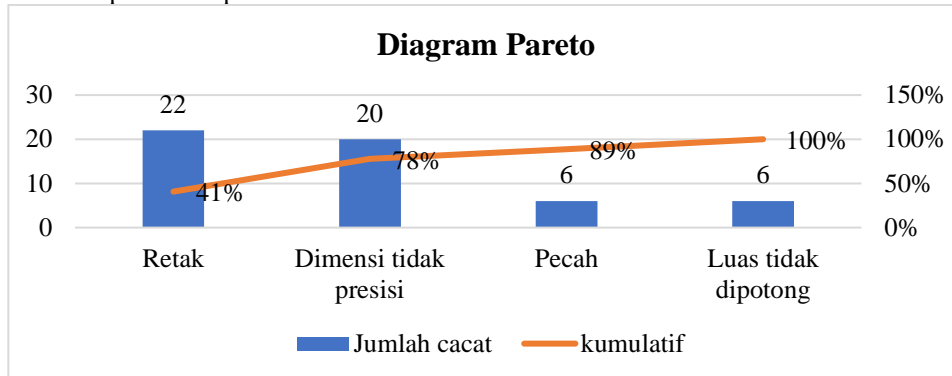
Tahap *analyze* merupakan tahapan untuk menganalisis penyebab tercadinya kecacatan berdasarkan jumlah cacat tertinggi. Pada tahap ini digunakan diagram pareto dan fishbone diagram. Perhitungan persentase kumulatif kecacatan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Persentase kumulatif kecacatan

Jenis cacat	Jumlah cacat	Frekuensi kumulatif	Presentase	Kumulatif
Retak	22	22	41%	41%
Dimensi tidak presisi	20	42	37%	78%
Pecah	6	48	11%	89%

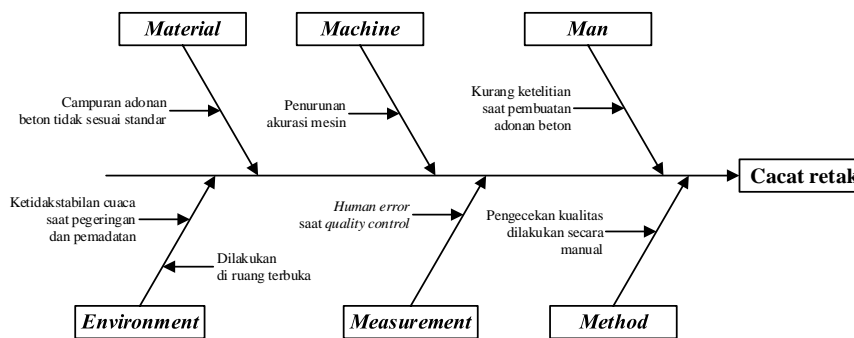
Luas tidak dipotong	6	54	11%	100%
---------------------	---	----	-----	------

Total jumlah cacat selama 11 bulan sejak Januari hingga November 2023 yaitu sejumlah 54 pcs. Diagram pareto kumulatif kecacatan dapat dilihat pada **Gambar 3.3**



Gambar 3. Diagram pareto kumulatif kecacatan

Berdasarkan **Gambar 3**, persentase kecacatan tertinggi pada jenis cacat retak sebesar 41% dengan jumlah kecacatan 22 pcs. Jenis cacat retak dijadikan prioritas perbaikan agar persentase kecacatan dapat dikurangi. Analisis kecacatan retak menggunakan fishbone diagram menggunakan faktor 5M + 1E.



Gambar 4. Fishbone diagram cacat retak

D. Tahap Improve

Tahap *improve* merupakan tahap yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi berdasarkan jenis cacat dengan persentase tertinggi. Cacat retak merupakan jenis cacat dengan persentase tertinggi pada PT XYZ maka rencana perbaikan dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi agar jumlah jenis cacat tersebut dapat diminimalkan. Tahap ini menggunakan metode RCA dengan tabel 5W+1H yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Improve dengan metode 5W+1H

Faktor dominan	Penyebab dominan	Why Mengapa perlu diperbaiki	What Apa rencana perbaikannya	Where Dimana perbaikan dilakukan	When Kapan perbaikan dilakukan	Who Siapa pelaku perbaikan	How Bagaimana cara perbaikan
Man	Kurang ketelitian saat melakukan pencampuran	Agar pembuatan campuran dapat dilakukan secara lebih akurat	Pengawasan	Area produksi	Juni 2024 (Setelah audit bulanan)	Operator, pengawas produksi	Meningkatkan pengawasan saat pembuatan campuran
Machine	Penurunan akurasi mesin	Agar adonan beton U Ditch sesuai set up yang dilakukan	Perbaikan	Mesin di area produksi	Juni 2024 (Setelah audit bulanan)	Operator, pengawas produksi	Membuat jadwal kalibrasi mesin secara rutin
Material	Campuran adonan beton tidak sesuai standar (lembab)	Agar kualitas campurannya sesuai standar	Pengawasan	Area produksi	Juni 2024 (Setelah audit bulanan)	Pengawas produksi	Memastikan bahan baku campuran sesuai ketentuan standar perusahaan

<i>Method</i>	Pengecekan kualitas dilakukan secara manual	Agar pengecekan manual dapat diminimalkan	Pengawasan	Area produksi	Juni 2024 (Setelah audit bulanan)	Operator, pengawas produksi	Melakukan uji coba material sebelum dicampur untuk produksi besar
<i>Measurement</i>	<i>Human error</i> saat quality control	Agar <i>human error</i> dapat dihilangkan	Pengawasan	Area produksi	Juni 2024 (Setelah audit bulanan)	Pengawas produksi, QC	Meningkatkan ketelitian saat <i>quality control</i>
<i>Environment</i>	Ruang produksi terbuka, ketidakstabilan cuaca saat pengeringan dan pematatan	Agar risiko yang disebabkan lingkungan dapat dihilangkan	Perbaikan	Area produksi	Juni 2024 (Setelah audit bulanan)	Pengawas produksi	Memastikan lingkungan stabil meski cuaca berubah dengan pemberian ruang khusus untuk pengeringan

E. Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap yang difokuskan untuk melakukan pengendalian berdasarkan usulan perbaikan yang diberikan. Usulan perbaikan diberikan berdasarkan faktor 5M+1E dan difokuskan pada jenis kecacatan dengan persentase tertinggi. Pada tahap ini diharapkan pengendalian dapat terus dilakukan secara berkelanjutan agar *defect* yang terjadi dapat diminimalkan. Usulan perbaikan dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Usulan perbaikan

Faktor	Penyebab	Usulan perbaikan
<i>Man</i>	Kurang ketelitian saat melakukan pencampuran	Meningkatkan pengawasan dan ketelitian saat membuat campuran beton
<i>Machine</i>	Penurunan akurasi mesin	Membuat jadwal kalibrasi mesin secara rutin, menjadwalkan perawatan setiap sebelum mesin digunakan
<i>Material</i>	Campuran adonan beton tidak sesuai standar (lembab)	Memastikan bahan baku campuran sesuai ketentuan standar perusahaan, kering dan takaran akurat sesuai standar perbandingan yang ditetapkan perusahaan
<i>Method</i>	Pengecekan kualitas dilakukan secara manual	Memastikan checksheet diisi sesuai kondisi lapangan dan melakukan trial campuran beton
<i>Measurement</i>	<i>Human error</i> saat quality control	Meningkatkan ketelitian saat quality control, inspeksi dilakukan secara berkala
<i>Environment</i>	Ruang produksi terbuka, ketidakstabilan cuaca saat pengeringan dan pematatan	Memastikan lingkungan stabil meski cuaca berubah dengan adanya ruangan khusus untuk pematatan maupun pengeringan

F. Pembahasan

Berdasarkan data pada bulan Januari hingga November 2023, persentase *defect* yang terjadi lebih dari standar yang ditetapkan dengan persentase *defect* tertinggi pada bulan September sebesar 0,7%. Hasil pengolahan data menggunakan integrasi metode DMAIC dan RCA didapatkan bahwa proporsi kecacatan perusahaan sebesar 0,0042 atau 0,4%. Jenis kecacatan dengan persentase tertinggi pada jenis cacat retak sejumlah 322 pcs atau 41% dari total kecacatan selama 11 bulan produksi. Risiko yang menyebabkan terjadinya cacat retak dari faktor *man* yaitu kurangnya ketelitian operator produksi saat membuat adonan beton. Berdasarkan faktor *machine*, kecacatan terjadi karena penurunan akurasi mesin. Pada faktor material, cacat retak disebabkan oleh campuran adonan beton yang tidak sesuai standar. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh faktor *environment*, yaitu ketidakstabilan cuaca saat pengeringan dan pematatan beton dan juga pematatan dan pengeringan yang dilakukan di ruang terbuka. Berdasarkan faktor *measurement* yaitu adanya *human error* saat melakukan pengecekan kualitas beton. Risiko terakhir yang menyebabkan terjadinya cacat retak berdasarkan faktor *method* yaitu pengecekan kualitas yang dilakukan secara manual.

Nilai sigma terendah pada bulan Januari, September, dan November sebesar 3 yang berarti bahwa perusahaan perlu meningkatkan kualitas produksi agar dapat mencapai *zero defect* [15]. Untuk mencapai nilai proporsi 0% dan nilai sigma 6, pengendalian kualitas produksi perlu ditingkatkan setelah pelaksanaan audit bulanan agar *zero defect* dapat terealisasi. Selanjutnya tahap peningkatan kualitas produksi menggunakan metode RCA *tools* 5W+1H. Berdasarkan analisis menggunakan *tools* 5W+1H didapatkan hasil bahwa agar pembuatan campuran beton akurat yaitu dengan meningkatkan pengawasan dan ketelitian saat pencampuran adonan. Agar beton sesuai dengan *set up* yang dilakukan perlunya dilakukan penjadwalan untuk kalibrasi mesin. Untuk memastikan kualitas campuran sesuai dengan standar, maka perlu dipastikan kualitas bahan baku sesuai dengan standaryang ditentukan perusahaan. Pengecekan kualitas

yang masih manual menyebabkan munculnya akibat *human error*, oleh karena itu perlunya peningkatan ketelitian saat pengecekan. Di sisi lain juga perlu memastikan lingkungan stabil meski cuaca berubah agar penyebab yang disebabkan oleh *environment* dapat diminimalkan.

IV. SIMPULAN

Penyebab terjadinya *defect* diprioritaskan pada kecacatan dengan persentase tertinggi, yaitu cacat retak sebesar 41%. Penyebab cacat retak beton U Ditch PT XYZ dianalisis terhadap faktor 5M+1E. Berdasarkan faktor pekerja sering terjadi *human error* karena pengecekan kualitas material dilakukan secara manual. Pengecekan standar kualitas beton U-Ditch juga masih dilakukan secara manual oleh pengawas produksi. Mesin yang digunakan tidak dapat mengidentifikasi kualitas dari material dan penurunan akurasi mesin juga menyebabkan terjadinya cacat retak. Pengeringan dan pemadatan beton U Ditch dilakukan di ruang terbuka, hal tersebut yang menyebabkan dalam proses pembentukan beton masih memungkinkan terjadinya beton retak.

Nilai DPMO (*Defect per million opportunities*) pada PT XYZ selama periode Januari hingga November 2023 sebesar 46557,5653. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kemungkinan terjadinya cacat per satu juta produk yaitu sebesar 46557 pcs dengan nilai sigma sebesar 3. Hal tersebut berarti bahwa tingkat pengendalian kecacatan perusahaan belum maksimal dan perlu ditingkatkan untuk dapat mencapai nilai sigma 6 atau *zero defect*.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan pimpinan PT XYZ yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian.

VI. REFERENSI

- [1] Amrin M and M Hul Jannah, "PENENTUAN STRATEGI PEMASARAN BETON SIAP PAKAI PADA PERUSAHAAN PT. VARIA USAHA BETON CABANG MAKASSAR," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. IX*, vol. 1, pp. 100–106, 2022.
- [2] I. Marodiyah and I. Sudarso, "Analisa Risiko Guna Peningkatan Kualitas Proses Pembangunan Gedung Bertingkat," *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 15, no. 2, pp. 49–60.
- [3] A. N. Rohkma and Enny Aryanny, "Analisa Tingkat Kecacatan Bata Beton Ringan Dengan Metode Seven Tools dan FMEA di CV. XYZ - Mojokerto," *J. Kendali Tek. Dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 39–53, 2023.
- [4] A. Sofiana and E. Sanggala, "Meminimalisirkan Gagal Antar di Kantor Pos Mojokerto dengan Metode DMAIC," *J. Media Tek. Dan Sist. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, Apr. 2021, doi: 10.35194/jmtsi.v5i1.1209.
- [5] I. A. Sidikiyah and K. Muhammad, "ANALISIS DEFECT PADA PROSES PEMBUATAN KAYU LAPIS DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN ROOT CAUSE ANALYSIS," *JUSTI J. Sist. Dan Tek. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 267–274, 2022.
- [6] Y. Setiawan and M. Fricilia, "Pembuatan Cetakan U-Ditch Pracetak Beton Dalam Mendukung Pembelajaran Praktik," vol. 2, no. 1, 2023.
- [7] I. S. Haq and M. A. Purba, "Kajian Penyebab Kerusakan Door Packing pada Tabung Sterilizer Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA) di Sungai Kupang Mill," *J. VOKASI Teknol. Ind. JVTI*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, Dec. 2020, doi: 10.36870/jvti.v2i2.177.
- [8] R. Islamia and S. Asy'ari, "Usulan Penerapan Six Sigma DMAIC Pada Produk Batu Split (Studi Kasus PT.MBP)," *J. Manaj.*, vol. 24, no. 1, pp. 63–72, 2023.
- [9] P. Rahmadiani and E. Kusriani, "Operator Performance Analysis Using Overall Labor Effectiveness Method with Root Cause Analysis Approach," *Asian J. Soc. Humanit.*, vol. 1, no. 11, pp. 918–927, Aug. 2023, doi: 10.59888/ajosh.v1i11.106.
- [10] P. B. Sugiharto, Endi Furqon, and Ogie Kustiadi, "ANALISIS PERBAIKAN DEFECT PADA PRODUK BATA RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE RCA (ROOT CAUSE ANALYSIS) PADA SALAH SATU PERUSAHAAN BATA RINGAN DI SERANG TIMUR," *J. Taguchi J. Ilm. Tek. Dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 157–170, 2023.
- [11] S. Terawati and W. Wiguna, "IMPLEMENTASI METODE DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL) UNTUK MENURUNKAN CACAT BONDING SEPATU DI GEDUNG 2 (DUA) PADA PT. PARKLAND WORLD INDONESIA," *Natl. Conf. Appl. Bus. Educ. Technol. NCABET*, vol. 1, no. 1, pp. 431–441, Oct. 2021, doi: 10.46306/ncabet.v1i1.36.
- [12] A. Sofiana and E. P. Safitri, "Quality Control Related to Inventory Loss of Animal Feed Raw Materials using I-MR Control Map (Case Study: PT Cargill Indonesia, Plant Semarang)," *OPSI*, vol. 16, no. 1, p. 35, Jun. 2023, doi: 10.31315/opsi.v16i1.8897.

- [13] D.D. Rochman, A.M. Suyono, A. Anwar, and R. Ferdian, *Lean dan Six Sigma: Apakah Mereka Sudah Usang di Dunia Industri 4.0*, PT. Nas Media Indonesia, 2023.
- [14] F. Sumasto, P. Satria, and E. Rusmiati, "Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Quality Improvement pada Industri Manufaktur Kereta Api," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 8, no. 2, pp. 161–170, Nov. 2022, doi: 10.30656/intech.v8i2.4734.
- [15] I.S. Sari and W. Sulistiyowati, "Redesign Alat Filter Debu Pada Industri Kecil Menengah (IKM) Dengan Mengintegrasikan Reverse Engineering Dan Root Cause Analisis (RCA)," *PROZIMA (Productivity, Optimization, and Manufacturing System)*, vol. 3, no. 1, pp. 18–25, Jun. 2019.
- [16] Wiwik Sulistiyowati and H. C. Wahyuni, *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur Dan Jasa*. Umsida Press, 2020. doi: 10.21070/2020/978-623-6833-79-7.

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.