

Evaluasi Kemampuan Inspeksi Pekerja dan Penurunan Produk Cacat di Area *Injection Molding* PT. X

Aviator Kevin Budiono¹

Abstract: The main problems at injection molding department of PT. X is the large number of - defective products (4941.781 units), that is caused by human factor and measurement error. This research aims to evaluate the worker's ability in conducting inspection with Measurement System Analysis (MSA) and to decrease the number of defectives product by using fishbone - diagram. The results of MSA for attribute data show that 55.2% of workers cannot conduct - product inspection for scratch and blackspot defect, so retraining is needed. The result of MSA for variable data show that repeatability for outer diameter is 84.97% and for total height is 56.33%. The reproducibility for outer diameter is 15.03% and for the total height is 43.49%. The large percentage of repeatability indicates the high variation in a worker's measurement, so the measurement instrument needs to be calibrated. The large percentage of reproducibility indicates the high variation in the measurement between workers, so retraining is needed to equalize the understanding standard of workers. Several suggestions as effort to decrease scratch, FOP, and black spot are gloves audit, providing fibrous fabrics at the basket and conveyor, providing incline to reduce the impact, providing stacking racks to avoid overlapping, and providing kassa wire to the air vents.

Keywords: Measurement System Analysis, Fishbone Diagram, Repeatability, Reproducibility

Pendahuluan

PT. X merupakan partner dari Y Group yang berada di kota Surabaya, Jawa Timur. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam produk *packaging* untuk peralatan kosmetik dan *skin care* seperti *packaging lipstick*, *packaging bedak*, botol plastik, *jar*, dan masih banyak lagi. Departemen produksi di PT. X terbagi menjadi tiga area produksi yaitu area *blow molding*, area *injection molding*, dan area untuk bagian *finishing (assembling and decoration)*. Area untuk *assembling and decoration* masih terbagi lagi menjadi 2 bagian yaitu AD 1 dan AD 2.

Kualitas produk merupakan suatu hal penting karena menjadi salah satu tolok ukur kepuasan konsumen. Namun, dalam setiap aktivitas produksi seringkali terjadi masalah kecacatan produk. Produk cacat memberikan dampak buruk bagi perusahaan yaitu mutu produk, *image* perusahaan, dan kepuasan konsumen. Area produksi *injection molding* di PT. X memiliki permasalahan kualitas berupa tingginya jumlah produk cacat di area *injection molding*. Menurut data produksi perusahaan pada tahun 2016, jumlah kecacatan produk pada area *injection molding* adalah sebesar 4.941.781 unit. Kecacatan produk sebagian besar disebabkan oleh faktor manusia, *measurement*, mesin, kondisi lingkungan, dan *mold*. Faktor *measurement* disebabkan oleh adanya perbedaan

pemahaman pekerja dalam melakukan inspeksi. Oleh sebab itu, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan dari para pekerja dalam melakukan inspeksi produk menggunakan analisa *Measurement System Analyze* (MSA) dan mencari upaya penurunan jumlah produk cacat dengan *fishbone diagram*.

Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas metode-metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Evaluasi kemampuan inspeksi pekerja menggunakan *Measurement System Analysis* (MSA) yang menggunakan data variabel (*Gage R&R*) dan data atribut. Metode *Gage R&R* yang digunakan adalah Rata-rata dan *range*. Upaya penurunan produk cacat menggunakan *Fishbone diagram*.

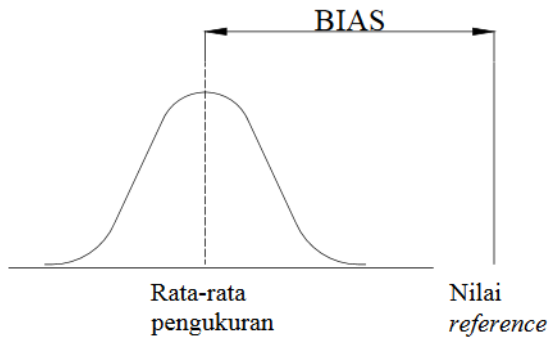
Measurement System Analysis (MSA)

Measurement System Analysis (MSA) adalah suatu metode analisa dalam sistem pengukuran - (Montgomery, 2009). [1] Sistem pengukuran tersebut umumnya terdiri dari *appraiser*, alat ukur, dan produk. Tujuan dari MSA adalah untuk melakukan validasi terhadap sistem pengukuran. Penggunaan MSA sebagai alat bantu analisa sangat cocok untuk diterapkan dalam perusahaan karena hasil analisa merupakan data hasil pengukuran. Dalam penggunaan MSA diperlukan adanya pengukuran secara berkala agar hasil data pengukuran akurat dan tepat. Dalam analisa MSA, langkah awal yang dilakukan adalah membandingkan identifikasi karakteristik produk yang diukur dengan spesifikasi dan pemilihan jenis alat ukur yang tepat. Selanjutnya

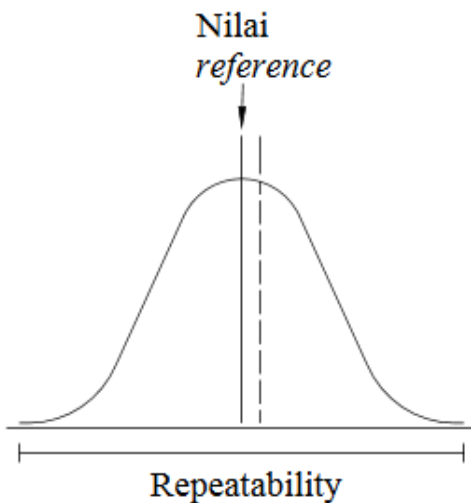
¹ Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: m25413015@john.petra.ac.id

dilakukan analisa terhadap ketepatan alat ukur, analisa terhadap proses pengukuran, dan analisa hasil pengukuran.

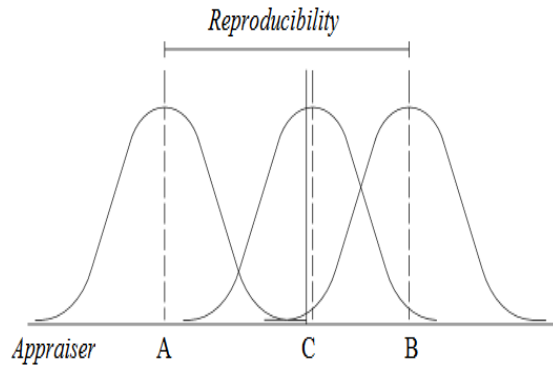
Dalam sistem pengukuran, seringkali terjadi permasalahan yang dapat diklasifikasikan ke dalam 5 kategori yaitu bias, stability, linearity (lokasi), repeatability, dan reproducibility. Bias adalah perbedaan nilai yang dihasilkan antara rata – rata pengukuran dengan nilai standar. Nilai standar ditentukan dari beberapa pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang paling akurat. Stability adalah variasi yang dihasilkan pada waktu yang berbeda. Linearity adalah perbedaan nilai bias pada alat ukur yang terletak di sepanjang posisi pengukuran. Repeatability adalah variasi hasil pengukuran yang diperoleh dari satu alat ukur yang digunakan beberapa kali oleh satu pengamat pada karakteristik dan bagian yang sama. Reproducibility adalah variasi hasil pengukuran yang diperoleh dari pengamat yang berbeda dengan alat ukur yang sama pada karakteristik dan bagian yang sama.



Gambar 1. Contoh Bias (Sumber: Montgomery,2009)



Gambar 2. Contoh Repeatability (Sumber: Montgomery,2009)



Gambar 3. Contoh Reproducibility (Sumber: Montgomery,2009)

Gage R&R

MSA untuk jenis data variabel (*Gage R&R*) memiliki banyak metode analisa seperti *range method (short method)*, metode rata – rata dan *range*, dan metode ANOVA. Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan metode rata-rata dan *range*. Metode ini merupakan metode sistem pengukuran menggunakan perbandingan antara - *repeatability* dengan *reproducibility* (Sentral Sistem Consulting, 2007). [2] Pada metode ini memiliki informasi yang berhubungan dengan sebab – sebab kesalahan yang berasal dari sistem. Penggunaan MSA Gage R&R digunakan untuk melakukan analisa untuk jenis data yang bersifat data variabel. Dalam melakukan perbandingan terdapat 2 jenis - keadaan. Keadaan pertama adalah jika *repeatability* lebih besar dibandingkan *reproducibility* dan keadaan kedua adalah jika *reproducibility* lebih besar dibandingkan *repeatability*. Apabila keadaan pertama terjadi, maka alat ukur perlu dilakukan *maintenance* dan *re-design*. Apabila keadaan kedua terjadi, maka disebabkan kurangnya pemahaman antar *appraiser* dalam menggunakan alat ukur dengan benar sehingga diperlukan *training* kepada *appraiser* dan peningkatan akurasi dari prosedur dalam melakukan pengukuran. Dalam metode ini menampilkan banyak macam hasil pengukuran macam diantaranya adalah *repeatability*, *reproducibility*, - variasi yang dimunculkan dari sistem pengukuran, variasi yang dimunculkan dari *parts* produk, dan total variasi.

MSA untuk Data Atribut

MSA data atribut adalah analisa terhadap sistem pengukuran yang dilakukan untuk menentukan kualitas pemahaman dari operator. (Sentral Sistem Consulting, 2007). [3] Analisa dilakukan dengan mengelompokkan sebuah produk ke dalam 2 macam kategori, yaitu *good* dan *not good*. Analisa menunjukkan adanya perbedaan pemahaman antar operator. Tabel 1 adalah contoh *worksheet* MSA data atribut. Pada tabel tersebut angka 1 menyatakan produk *good* dan angka 0 menyatakan produk *not good*.

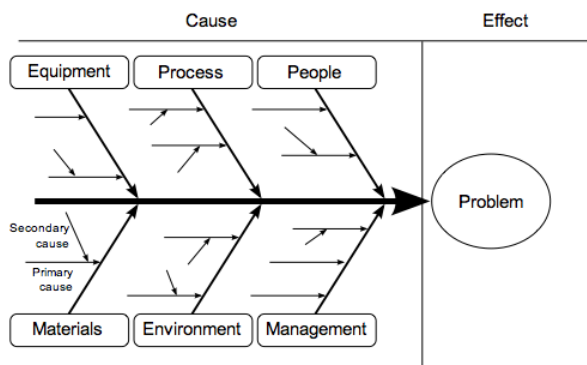
Tabel 1. Contoh *Worksheet* MSA Data Atribut (Sumber: Sentral Sistem Consulting,2007)

produk	refrensi	appraisers 1		appraisers 2	
		trial 1	trial 2	trial 1	trial 2
		1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	0
4	0	1	1	0	1
5	0	0	0	0	0

Diagram Tulang Ikan (*Fishbone Diagram*)

Fishbone Diagrams (Diagram Tulang Ikan) merupakan suatu konsep analisis sebab akibat yang telah dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk mendeskripsikan suatu permasalahan serta penyebabnya dalam bentuk kerangka tulang ikan. Diagram *fishbone* merupakan suatu alat (*tool*) yang menggambarkan suatu dampak atau akibat dan penyebab secara sistematis (Watson,2004). [4] Diagram *fishbone* berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat terhadap masalah yang dihadapi (Heizer&Render,2010). [4] Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa diagram *Fishbone* merupakan suatu diagram yang digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap suatu masalah secara terperinci.

Desain dari *fishbone* diagram dapat dilihat pada Gambar 4. Diagram *fishbone* menyediakan struktur yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami dan didiskusikan untuk mengetahui potensi penyebab suatu masalah. Tujuan utama dari diagram *fishbone* adalah untuk menggambarkan secara grafik hubungan antara penyampaian akibat dan faktor yang berpengaruh pada akibat. Diagram *fishbone* memiliki banyak keuntungan untuk menganalisa suatu masalah dalam perusahaan, seperti masalah kualitas.



Gambar 4. *Fishbone Diagram* (Diagram Tulang Ikan)

Hasil dan Pembahasan

Kegagalan produksi adalah kondisi dimana produk yang dihasilkan oleh mesin tidak sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan. Kondisi tersebut secara umum dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu

faktor manusia dan faktor mesin. Kegagalan produksi berpengaruh besar dalam biaya produksi, jumlah produk yang dihasilkan, dan kepuasan konsumen. Apabila jumlah produk gagal pada suatu pabrik terus mengalami peningkatan, maka *image* perusahaan menjadi buruk dan dapat mengalami kebangkrutan. Oleh karena itu, kegagalan produksi dalam sebuah perusahaan diusahakan agar terjadi seminimal mungkin.

Penelitian dilakukan pada area *injection molding* karena data produksi PT. X tahun 2016 menunjukkan jumlah produk cacat pada area *injection molding* adalah sebesar 6.26%. Penelitian dilakukan dengan MSA yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan pekerja saat melakukan inspeksi. Adapun beberapa macam kriteria kecacatan produk yang seringkali terjadi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Macam Kecacatan Produk

Macam Kecacatan	Pengelompokan	Deskripsi Kecacatan
FOP		Adanya gempilan pada permukaan produk
<i>Scratch</i>	<i>Appearance Not Standart</i>	Adanya goresan pada permukaan produk
Berambut		Adanya sisa plastic yang tertarik pada bagian tengah produk
Merintis	<i>Colour Not Standart</i>	Adanya bagian dari produk yang agak kasar pada suatu area permukaan
Kekuningan		Adanya warna kekuningan yang tidak merata pada permukaan produk
Kotor Fet	-	Adanya kotoran pada permukaan produk bagian dalam
<i>Blackspot</i>	-	Adanya titik hitam kotor pada permukaan produk
Deformasi	-	Adanya bentuk dari produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi

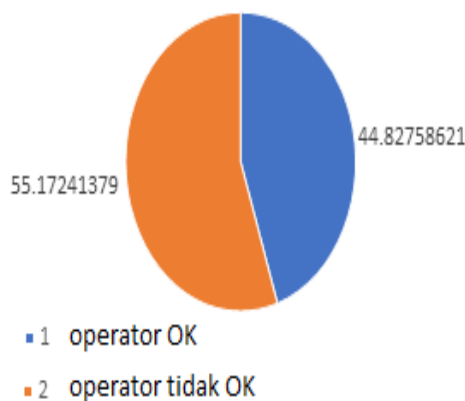
Pada penelitian MSA data atribut menggunakan produk sampel A. Produk A mewakili 6.85% dari total produksi di area *injection molding*. Data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Produk MSA Data Atribut

Item	Total Output	persen (%) output
Q	12661800	16.032
A	5414256	6.8552
W	2702838	3.4222
E	2259744	2.8611
R	1885257	2.387

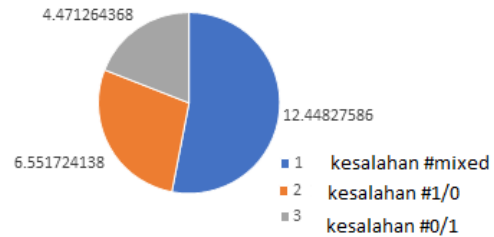
Penelitian MSA data atribut dilakukan dengan cara melakukan uji inspeksi terhadap 100 buah produk sampel yang terbagi menjadi 50 produk *good* dan 50 produk *not good* pada seluruh pekerja di area *injection molding* yang berjumlah 87 orang. Pengujian *sampling* dilakukan dua kali replikasi. Hasil MSA data atribut memberikan lima macam hasil, yaitu nilai *within appraisers*, nilai *each appraisers vs standart*, nilai kesalahan 1/0, nilai kesalahan 0/1, dan nilai *mixed*. Nilai *within appraisers* adalah penilaian seberapa konsisten seorang operator dalam melakukan inspeksi terhadap satu buah produk dalam dua kali replikasi. Nilai *each appraisers vs standart* adalah nilai dimana jawaban dari setiap operator akan dibandingkan dengan nilai produk - yang sebenarnya. Nilai kesalahan 1/0 adalah nilai yang dihasilkan pada saat seorang operator meloloskan produk yang semestinya cacat pada saat melakukan inspeksi produk. Nilai kesalahan 0/1 adalah nilai yang dihasilkan ketika seorang operator justru menganggap produk yang di inspeksi adalah cacat namun semestinya lolos. Nilai *mixed* adalah nilai dari jumlah kesalahan yang dilakukan operator dimana operator tersebut tidak konsisten dalam inspeksi produk melewati dua kali replikasi. Penetapan standar pemahaman operator oleh pihak perusahaan adalah 80% sehingga dapat dilihat dari seluruh total 87 orang pekerja, terdapat 48 orang (55.17%) memiliki nilai dibawah standar perusahaan. Grafik dapat dilihat pada Gambar 5.

Prosentase Umum Operator IMM



Gambar 5. Pie Chart Hasil Seleksi Pekerja

Macam Kesalahan Inspeksi Seluruh Operator IMM



Gambar 6. Pie Chart Macam Kesalahan Inspeksi Pekerja

Terlihat pada Gambar 6 menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja tidak dapat melakukan inspeksi dengan konsisten pada kedua kali replikasi (*mixed*) dengan pengaruh 12.48% dari seluruh jenis kesalahan inspeksi. Hasil analisa dilanjutkan pada identifikasi jenis kecacatan pada produk sampel yang seringkali menyebabkan kesalahan inspeksi dan identifikasi kesalahan inspeksi yang dialami oleh pekerja yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Top 10 Produk Mengalami Kesalahan Inspeksi

Rank	Produk	frekuensi
1	20	67
2	81	62
3	90	61
4	3	53
5	12	50
6	70	47
7	37	45
8	79	44
9	35	39
10	82	38

Tabel 5. Kesalahan Inspeksi Oleh Setiap Pekerja

Regu	Kecacatan	Jumlah
A	Blackspot	17
A	Scratch	12
B	Blackspot	17
B	Scratch	8
B	FOP	3
B	Kotor Fet	1
C	Blackspot	15
C	Scratch	12
C	Kotor Fet	2

Hasil pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan penyebab utama kesalahan inspeksi produk terjadi pada jenis kecacatan berupa *scratch* dan jenis kecacatan *blackspot*.

Penelitian MSA data variabel dilakukan pada produk B yang berpengaruh 7.17% pada kecacatan dimensional yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Top 10 Produk *Dimension Not Standart*

Item	Total Output	Dimensi Not Standart	Persen
R	12661800	50192	35.49%
G	61372	10643	7.52%
B	633399	10150	7.17%
C	103000	9999	7.06%
H	804870	7981	5.64%
K	565294	6301	4.45%
L	861128	4536	3.21%
O	996752	3000	2.12%
Y	1449640	2127	1.50%
X	559716	2020	1.42%

Penelitian MSA Data variabel dilakukan pada seluruh teknisi dan inspektor dalam mengukur dimensi produk berupa tinggi total produk dan diameter luar produk. Produk sampel yang diukur berjumlah 10 produk dan diukur menggunakan alat ukur kaliper. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali replikasi. Hasil analisa ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran pada kedua dimensi produk memiliki nilai *repeatability* yang lebih tinggi dibandingkan nilai *reproducibility*. Hal tersebut mengartikan nilai hasil pengukuran dimensi produk oleh setiap pekerja pada kedua replikasi pengujian memiliki variasi hasil pengukuran yang besar sehingga menunjukkan bahwa alat pengukuran tidak terkalibrasi dengan benar dan tidak cocok untuk digunakan pada metode pengukuran yang dipakai sehingga perlu dilakukan perbaikan atau pergantian.

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0867519	100.00
Repeatability	0.0737090	84.97
Reproducibility	0.0130430	15.03
Operators	0.0130430	15.03
Part-To-Part	0.0000000	0.00
Total Variation	0.0867519	100.00

Gambar 7. Analisa Hasil Pengukuran Diameter Luar Produk

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0024544	99.81
Repeatability	0.0013851	56.33
Reproducibility	0.0010694	43.49
Operators	0.0010694	43.49
Part-To-Part	0.0000046	0.19
Total Variation	0.0024590	100.00

Gambar 8. Analisa Hasil Pengukuran Tinggi Total Produk

Upaya Penurunan Produk cacat pada area *injection molding* PT. X dilakukan melalui *fishbone diagram*.

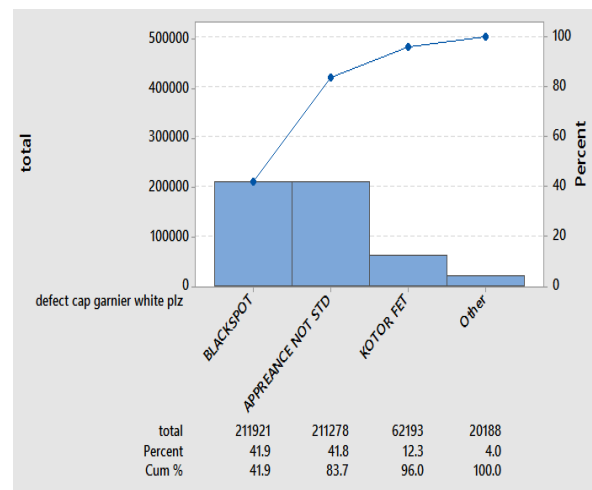
Pemilihan produk untuk dijadikan fokus analisa - didapatkan dengan cara membandingkan data tambahan material 2016 (DKBT) dengan data *reject* 2016. Data dapat dilihat Tabel 7.

Tabel 7. Pemilihan Produk Analisa *Fishbone Diagram*

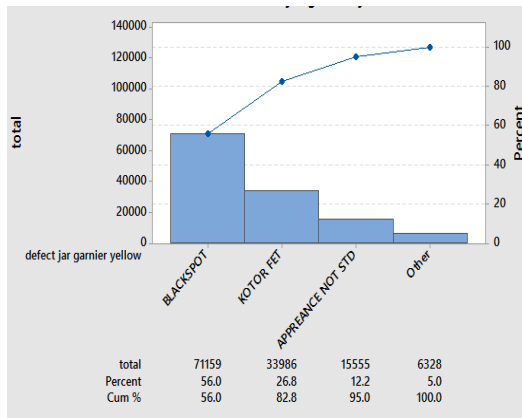
Reject		DKBT	
Produk	Pcs	Produk	Pcs
A1	576970	A12	2197.64
A2	505580	A15	1505.05
A5	226094	A14	1363.5
A6	214787	A18	1288.57
A7	185679	A3	1035.12
A8	134159	A5	894
A3	127028	A7	835.412
A9	114938	A13	672.118
A11	114911	A17	522.899
A10	111353	A19	512.223

Hasil analisa menunjukkan produk yang difokuskan untuk analisa adalah produk A2, A3, A5, A7. Penentuan untuk jenis kecacatan yang akan dianalisa dilakukan dengan bantuan *Pareto chart*. *Pareto chart* untuk masing-masing produk analisa dapat dilihat pada Gambar 9 hingga Gambar 12.

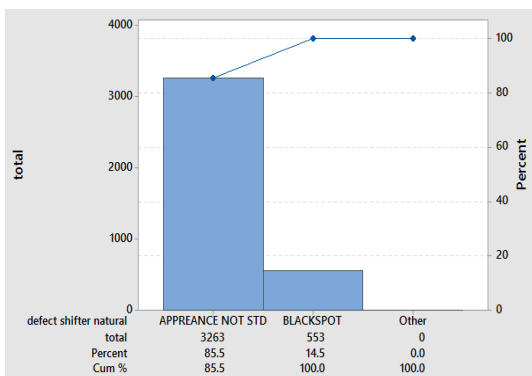
Pada Gambar 9 analisa *fishbone diagram* untuk produk A2 berdasarkan hasil *Pareto chart* dilakukan untuk jenis kecacatan *blackspot* dan *appearance not standart* (FOP, *scratch*, berambut). Pada Gambar 10 analisa *fishbone diagram* untuk produk A3 berdasarkan hasil *Pareto chart* dilakukan untuk jenis kecacatan *blackspot* dan kotor fet Pada Gambar 11 analisa *fishbone diagram* untuk produk A5 berdasarkan hasil *Pareto chart* dilakukan untuk jenis kecacatan *appearance not standart* (*bending*, *short shoot*). Pada Gambar 12 analisa *fishbone diagram* untuk produk A7 berdasarkan hasil *Pareto chart* dilakukan untuk jenis kecacatan *appearance not standart* (FOP, *scratch*) dan *blackspot*.



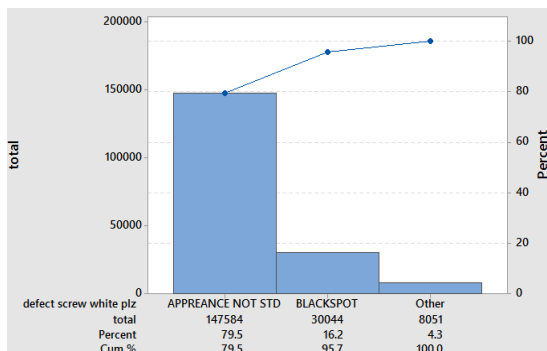
Gambar 9. Pareto Chart Produk A2



Gambar 10. Pareto Chart Produk A3



Gambar 11. Pareto Chart Produk A5



Gambar 12. Pareto Chart Produk A7

Kegiatan analisa berikutnya dilanjutkan dengan pembuatan *fishbone diagram* dari keempat produk tersebut dan dianalisa pada setiap jenis kecacatan yang telah ditampilkan pada hasil Pareto chart. Sebagai contoh hasil pembuatan salah satu *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 13. Pada Gambar 13 analisa *fishbone diagram* dilakukan terhadap produk A2 dengan jenis kecacatan *scratch*.

Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan terhadap hasil MSA data atribut dibedakan kembali menjadi dua macam perbaikan. Perbaikan terhadap pemahaman operator untuk melakukan inspeksi dilakukan dengan cara memberikan *training* dan *refreshment* kepada para operator. *Training* dilakukan dalam kurun waktu setiap dua bulan atau tiga bulan sekali sehingga lebih memiliki pemahaman yang tinggi dalam melakukan inspeksi produk. Kegiatan ini dilakukan agar pemahaman akan kualitas suatu produk yang diinspeksi oleh pa-

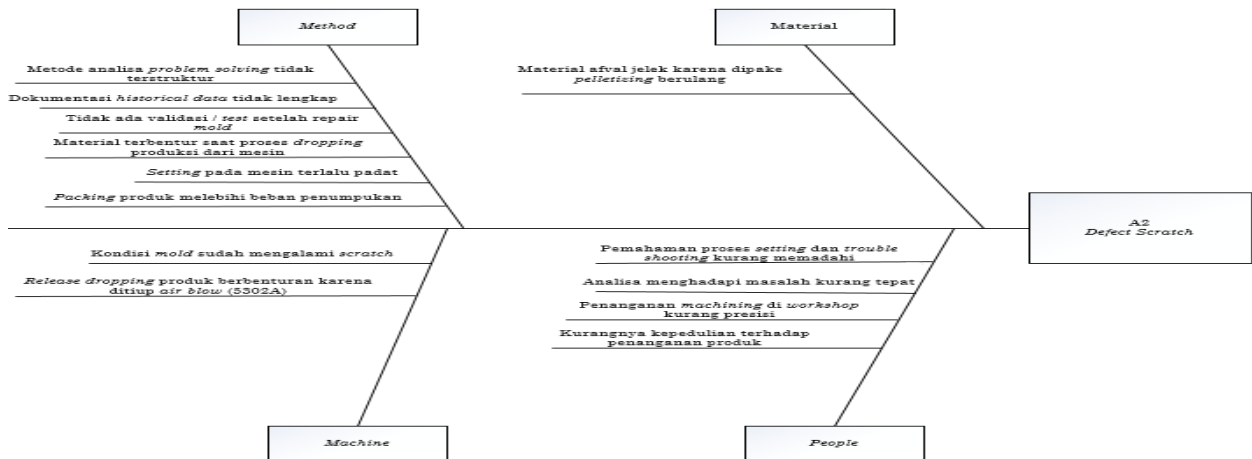
ra operator selalu terbaharui sehingga tidak mudah lupa karena faktor beban kerja yang besar. Kegiatan ini sudah diusulkan kepada pihak perusahaan dan akan dilakukan oleh pihak perusahaan sendiri. Kegiatan *training* dilakukan menggunakan produk sampel yang terdiri dari jenis kecacatan terbesar berupa *blackspot* dan *scratch* karena hasil MSA data atribut menunjukkan bahwa kedua jenis kecacatan tersebut seringkali membuat para pekerja salah inspeksi produk. Usulan perbaikan berikutnya adalah pemberian kaca pembesar pada meja inspeksi. Kaca pembesar membantu operator dalam melakukan inspeksi mengingat adanya beberapa kondisi *defect* pada produk yang seringkali kelolosan karena operator kurang jeli. Setelah *training* dan pemberian kaca pembesar, diharapkan pemahaman operator untuk melakukan inspeksi kecacatan kecacatan *scratch* dan *blackspot* dapat meningkat menjadi 80%, dengan tetap mempertimbangkan adanya toleransi untuk *human error* sebesar 20%.

Usulan perbaikan untuk mengurangi tingginya produk cacat *scratch* adalah melakukan inspeksi dan memberikan kain berserat yang halus. Kain diletakkan pada seluruh permukaan keranjang, *conveyor*, dan meja yang untuk inspeksi produk. Contoh jenis kain pelindung yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 14. Estimasi untuk usulan dalam mengurangi kecacatan jenis *scratch* adalah sekitar 50% saja karena kain pelindung hanya mampu melindungi pada bagian tepi keranjang, tepi *conveyor*, dan tepi meja, sehingga produk yang berada ditengah tetap mengalami gesekan satu sama lain.



Gambar 14. Kain Pelindung Permukaan Keranjang dan Conveyor

Upaya perbaikan yang diusulkan untuk mengurangi kecacatan FOP adalah memberikan bidang miring yang berbahan ringan dari plastik yang menjembatani dari *conveyor* menuju keranjang penyimpanan. Seringkali terlihat adanya produk yang berada didalam keranjang dan belum sempat terinspeksi ditumpuk secara tidak beraturan tanpa memperhatikan kondisi produk didalamnya, sehingga diusulkan memberikan rak tumpuk susun kecil pada sela – sela area produksi. Rak berfungsi untuk meng-



Gambar 13. Fishbone Diagram Produk A2 Defect Scratch

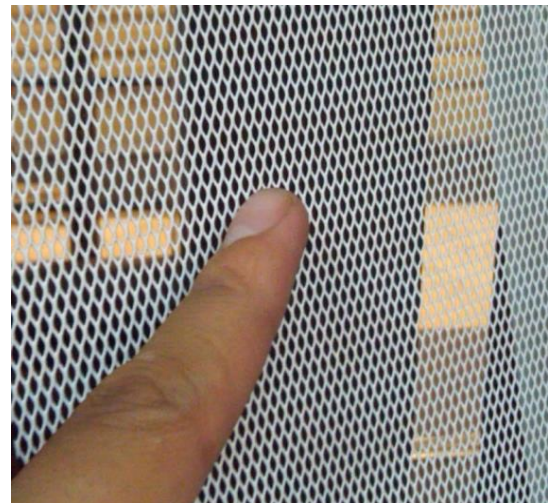
atur tumpukan dari keranjang agar lebih rapih dan tidak saling tindih. Pemberian rak susun yang dimaksudkan dapat dilihat pada Gambar 15. Estimasi untuk usulan dalam mengurangi kecacatan produk jenis FOP adalah sekitar 70% ditinjau dari cara pengaplikasian usulan yang relatif mudah dan adanya jarak antara keranjang atas dan bawah sehingga produk tidak saling bertumbukan namun usulan ini juga memiliki toleransi factor lain sekitar 30%.



Gambar 15. Rak Tumpuk Susun Keranjang Produk Inspeksi

Dalam mengurangi kecacatan *blackspot*, usulan perbaikan yang diberikan adalah dengan mengganti karung penyimpanan bijih plastik dan meletakkan di tempat yang jauh kontaminasi debu. Pembuatan *checklist* pada teknisi agar menjaga kebersihan baik terhadap material bahan baku maupun fasilitas pendukung. Usulan perbaikan selanjutnya adalah dengan memberikan penutup kawat kassa pada lubang ventilasi udara yang berada di area produksi dengan harapan dapat digunakan sebagai penangkal debu dan kontaminasi kotoran dari luar area produksi. Pemberian kawat kassa sebagai pelindung ventilasi udara yang dimaksudkan dapat dilihat pada Gambar 16. Estimasi untuk usulan dalam me-

ngurangi kecacatan produk jenis *blackspot* hanya sekitar 20% karena ukuran debu yang sangat kecil dan tidak terlihat sehingga pemasangan kawat kassa ventilasi udara tidak memberikan pengaruh yang signifikan untuk kontaminasi debu.



Gambar 16. Kawat Kassa Pelindung Ventilasi Udara

Hasil analisa MSA *Gage R&R* menunjukkan bahwa nilai *repeatability* lebih tinggi dibandingkan nilai *reproducibility*. Tingginya nilai *repeatability* menyatakan tingginya variasi hasil pengukuran pada setiap teknisi dan inspektor yang melakukan pengukuran dimensi produk. Hal tersebut mengartikan diadakan penggantian dan kalibrasi ulang terhadap alat ukur. Namun pada hasil analisa MSA *Gage R&R* pada hasil pengukuran tinggi total produk, nilai *reproducibility* yang dihasilkan juga cukup tinggi. Hal tersebut menyatakan bahwa pada pengukuran tinggi total produk, hasil pengukuran oleh masing-masing pekerja memiliki variasi yang tinggi. Sehingga diperlukan perbaikan pekerja saat melakukan pengukuran. Usulan perbaikan adalah memberikan *training* dan *refreshment* kepada pekerja ketika melakukan pengukuran dimensi produk sehingga lebih paham dalam menentukan letak pengukuran. Usulan perbaikan untuk alat ukur adalah penggantian alat ukur dan penjadwalan kalibrasi secara rutin. Estimasi usulan adalah seki-

PRIORITAS ACTION PLAN PRODUK A2 FOP							
No	Item Prioritas	Action Plan	PIC	Due Date	Status	Review I	Review II
mold / machine	Temperature control kurang panas	memastikan thermo control normal					
	Nozzle tips kotor sehingga flow tidak maks	menaikkan setting sesuai melt point karakteristik					
	Hot tips tumpul	cleaning hot tips					
	Lubang gate outsize	perbaiki diameter gate (disamakan antar cavity)					
	Tekanan injeksi kurang tinggi	menyesuaikan speed inject dengan karakteristik flow untukitel 5302 perliz					
method	dokumentasi historical data tidak lengkap	pembuatan WI, parameter, history problem solving					
	analisa problem solving tidak terstruktur	training problem solving analisis					
	tidak ada validasi setelah repair mold	menyediakan validator sebelum mold keluar dari MTP					
material	Material afval jelek karena pelletizing berulang	pembatasan sirkulasi recycle (maks 3x)					
	produk berambut	setting proses (setting hot tips diturunkan)					
	rasio recycle tidak seimbang	shut back diperpanjang					
	material unmlt	diseuaikan BOM (Bill of Material)					
people	pemahaman proses setting & trouble shoot tidak memadai	training ulang tentang pemahaman					
	penanganan machining workshop tidak presisi	harus ada validasi khusus machining					
	sheduling general chill	perawatan mold harus mengikuti regulasi prosedur chill					
	analisa problem solving tidak terstruktur	training problem solving analisis					
	pemahaman proses setting & trouble shoot tidak memadai	training ulang tentang pemahaman					

Gambar 17. Contoh Checklist Action Plan Produk A2 Defect FOP

tar 80% ditinjau dari kegiatan *training* yang dilakukan dapat meningkatkan *skill* para teknisi dan inspektor QC dalam melakukan inspeksi produk namun juga tetap mempertimbangkan adanya toleransi terhadap factor *human error* sekitar 20%.

Usulan perbaikan dari hasil analisa *fishbone diagram* adalah dengan melakukan pembuatan *checklist* berupa *action plan*. *action plan* wajib dilakukan audit secara rutin sehingga dapat mengurangi jumlah kecacatan yang terjadi di area produksi *injection molding* secara signifikan. *Action plan* dibedakan pada macam jenis kecacatan dan membaginya lagi pada factor *machine / mold, material, method*, dan *people*. *Action plan* yang dibuat lengkap menjelaskan permasalahan prioritas beserta tindakan yang dilakukan, PIC yang bertanggung jawab, dan status apakah kegiatan perbaikan sudah terlaksana atau belum. Hasil pembuatan *checklist action plan* yang dimaksudkan dapat dilihat dan dipelajari lebih lanjut pada Gambar 17. Usulan yang diberikan berpengaruh signifikan sekitar 85% karena berfokus pada seluruh faktor penyebab berupa *machine / mold, material, method*, ataupun *people*. Alasan diperkuat dengan adanya wajib audit secara rutin sehingga dapat dipantau perkembangannya. Meskipun demikian, tetap memperhatikan factor lain yang ikut mempengaruhi *error* dengan toleransi sebesar 15%.

Simpulan

Hasil MSA untuk data atribut menunjukkan bahwa pekerja mampu melakukan inspeksi produk hanya sebanyak 44.8%, sementara 55.2% pekerja lainnya tidak dapat melakukan inspeksi produk dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa operator pada area *injection molding* memiliki standar kemampuan inspeksi yang rendah. Jenis kecacatan yang banyak mengalami kesalahan inspeksi adalah *scratch* dan *blackspot*. Oleh karena itu,

pemberian *training* ulang kepada pekerja perlu dilakukan untuk jenis kecacatan *scratch* dan *blackspot*.

Hasil MSA untuk data variabel menunjukkan nilai *repeatability* yang lebih tinggi dibandingkan nilai *reproducibility*. Hal ini menunjukkan variasi hasil pengukuran setiap teknisi dan inspektor bernilai tinggi. Tingginya nilai *repeatability* menandakan bahwa alat ukur yang digunakan tidak cocok dengan metode pengukuran. Nilai *reproducibility* juga cukup tinggi sehingga kegiatan *training* ulang juga perlu dilakukan untuk inspeksi karakteristik kualitas variabel.

Upaya penurunan kecacatan untuk *scratch*, FOP, dan *blackspot* dilakukan berdasarkan hasil Pareto chart dengan *fishbone diagram*. Untuk kecacatan jenis *scratch* berupa pemberian kain berserat halus pada sisi permukaan keranjang dan konveyor untuk melindungi produk. Untuk kecacatan jenis FOP dilakukan dengan memberikan bidang miring kecil yang dapat mengurangi adanya benturan pada saat produk jatuh dari konveyor menuju keranjang, dan dengan memberikan rak susun untuk menaruh keranjang sehingga produk tidak saling tertindih. Untuk kecacatan jenis *blackspot* dilakukan dengan memberikan kawat kassa sebagai penutup ventilasi udara agar mengurangi adanya kontaminasi debu yang masuk pada mesin produksi.

Daftar Pustaka

1. Deming, W. E., Quality, Productivity and Competitive Position., Cambridge University Press, Cambridge, 1982
2. Montgomery, Douglas C., *Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, New Jersey, 2009.
3. Sentral Sistem Consulting., *Measurement System Analyze*, Edisi 3, Indonesia, 2007.