

Penerapan Metode *Six Sigma* Pada Pengendalian Kualitas Air Baku Pada Produksi Makanan

Dino Rimantho^{1*}, Desak Made Mariani^{1#}

Abstract. *The quality of water as a raw material in the process of food production has an important role. Water quality control is the key in maintaining production. This is the underlying purpose of this study to make improvements in its production activities to reduce the number of defective products in the production process. Water quality control of production is done by specifying several parameters, such as pH, turbidity, and iron. This study uses the concept of Six Sigma DMAIC. Pareto diagram shows water tends to acid, muddy, and contain much iron. Furthermore, the fishbone diagram is used to determine the percentage biggest defect. Improvement performed at the highest RPN value of around 630 in the filter. In addition, the value of sigma level before improvement around 3.3 with the possibility of defects approximately 34491 to a million process. Furthermore, the level of sigma after improvement roughly 4:09 with the possible failure of the process around 5526.*

Keywords. *water, defect, quality, production, six sigma.*

Abstrak. *Kualitas air sebagai bahan baku dalam proses produksi memiliki peran penting. Pengendalian kualitas air merupakan kunci dalam mempertahankan hasil produksi. Hal inilah yang mendasari tujuan penelitian ini untuk melakukan upaya perbaikan dalam aktivitas produksinya dengan menekan angka produk cacat dalam proses produksinya. Pengendalian kualitas air produksi dilakukan dengan menentukan beberapa parameter yaitu pH, kekeruhan, dan besi. Penelitian ini menggunakan metode Six Sigma dengan konsep DMAIC. Dengan menggunakan diagram Pareto diketahui bahwa air cenderung asam, keruh, dan memiliki kandungan besi berlebih. Selanjutnya, diagram fishbone digunakan guna mengetahui persentase cacat terbesar. Perbaikan dilakukan dengan FMEA pada nilai RPN tertinggi yaitu pada filter. Sebagai tambahan, nilai level sigma sebelum perbaikan adalah 3.3 dengan kemungkinan cacat sebesar 34491 untuk sejuta proses. Kemudian, setelah perbaikan nilai sigma menjadi 4.09 dengan kemungkinan kegagalan proses sebesar 5526.*

Kata Kunci. *air, cacat, kualitas, production, six sigma.*

I. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu unsur yang paling utama dalam menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, dimana peranannya tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya. Berbagai aktivitas manusia senantiasa membutuhkan air dalam jumlah besar seperti pada kegiatan ekonomi dan

sosial, misalnya industri, rumah sakit, perhotelan, perdagangan, perkantoran, pendidikan. Jumlah kebutuhan air berbeda-beda untuk masing-masing kegiatan tersebut, persyaratan mutunya bergantung pada jenis aktivitas yang bersangkutan. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat, kebutuhan air juga mengalami peningkatan, baik dari sisi jumlah maupun mutu (Suprihatin & Suparno, 2013).

Kebutuhan air bersih mengalami pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan kemampuan memasok air, sehingga secara relatif persentase penduduk yang dapat dilayani oleh PDAM semakin menurun. Akibatnya, pasokan air bersih lebih sering mengutamakan kuantitas (kecukupan) daripada mempertahankan mutu

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jl. Borobudur No.7, Menteng, Jakarta Pusat, Jakarta 10310

* email: dino.rimantho@univpancasila.ac.id

email: desakmademariani@gmail.com

tinggi. Hal ini sering menyebabkan masalah tingginya variasi mutu air.

Air yang baik harus memenuhi unsur kualitas baik secara fisik, kimia dan mikrobiologi. Air bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau (Suprihatin, 2004). Meskipun demikian, air yang jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau belum tentu aman dikonsumsi. Kualitas air dalam lingkungan industri pangan merupakan hal yang penting dan harus diperhatikan guna memperlancar jalannya proses produksi. Standar kualitas air dalam proses produksi industri makanan harus memenuhi syarat standar air minum menurut Departemen Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu tidak berasa, tidak berbau, bersih, jernih, tidak mengandung bahan kimia berbahaya dan sesuai dengan syarat kesehatan. Air yang tidak memenuhi syarat akan mempengaruhi proses produksi. Seperti kualitas produksi tepung tapioka pada penelitian Romadanti (2005) yaitu menyebabkan tepung tampak berbintik-bintik dan putih tidak bersih. Dengan demikian kualitas air yang digunakan dalam proses produksi sangat mempengaruhi proses produksi.

Pengujian kualitas air pada bulan Januari – Maret 2015 menghasilkan data yang tidak sesuai dengan standar atau data yang keluar dari batas standar yang telah ditetapkan sebesar 149 produk cacat dari total produk 1440. Untuk memastikan bahwa semua data berada dalam keadaan terkontrol, diperlukan pengendalian proses secara statistik dengan melakukan penilaian terhadap kapabilitas proses agar proses produksi dapat berjalan secara efektif dan efisien. Berdasarkan terjadinya data yang keluar dari kualitas standar pada kualitas air untuk produksi, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kualitas air untuk produksi. Di samping itu, analisis juga dilakukan terhadap beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air untuk produksi agar dapat dilakukan

perbaikan guna menunjang proses produksi yang efektif dan efisien.

Kualitas didefinisikan sebagai memenuhi spesifikasi kebutuhan pelanggan, tanpa cacat sedikitpun (Judi, dkk., 2011). Sebuah produk dikatakan tinggi dalam kualitas, jika berfungsi seperti yang diharapkan dan dapat diandalkan. Kualitas produk adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan (Nasution, 2004). Lebih lanjut, mutu produk dan jasa didefinisikan sebagai keseluruhan gabungan karakteristik produk dan jasa dari pemasaran, rekayasa, pembikinan, dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa yang digunakan untuk memenuhi harapan-harapan pelanggan. Untuk dapat memenuhi harapan pelanggan, maka setiap aktifitas industri melakukan pengendalian kualitas agar diperoleh produk yang sesuai dengan harapan pelanggan tersebut. Sehingga, penerapan pengendalian kualitas pada suatu perusahaan mutlak diperlukan. Salah satu metode pengendalian kualitas yang umum digunakan adalah metode *six sigma*.

Six sigma adalah suatu upaya terus-menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menurunkan variasi dari proses, agar meningkatkan kapabilitas proses, dalam menghasilkan produk (barang atau jasa) yang bebas kesalahan untuk memberikan nilai kepada pelanggan (Gaspersz, 2008). Metode ini secara signifikan terkait dengan penerapan metode statistik dan metode ilmiah lainnya untuk meminimalkan tingkat cacat (Linderman, dkk., 2003). Metode *six sigma* merupakan salah satu strategi bisnis yang dianggap mampu meningkatkan dan mempertahankan keunggulan operasional perusahaan. Studi yang dilakukan oleh Park mengekspresikan bahwa perusahaan dapat menerapkan strategi bisnis dengan metode *six sigma* untuk meningkatkan kinerja perusahaan (Park, 2002). Metode *six sigma* telah banyak diaplikasikan dalam rangka peningkatan kinerja, seperti industri

manufaktur (Linderman, dkk., 2003), kesehatan dan keselamatan (Rimantho & Cahyadi, 2016; Sanjit, dkk., 2011), sistem manajemen lingkungan (Calia, dkk., 2009). *Six sigma* metode memiliki banyak nilai-nilai dasar seperti prinsip-prinsip perbaikan proses, metode statistik, manajemen sistem, perbaikan terus-menerus dan perbaikan terkait keuangan.

Terdapat lima tahapan DMAIC sebagai karakteristik pada Six Sigma, antara lain, *define – measure – analyze – meningkatkan – control*. Kelima fase ini telah diterapkan perusahaan Motorola (George, dkk., 2004). Untuk dapat menghilangkan produk cacat dan limbah olahan dapat menggunakan *six sigma* sebagai metodologinya.

Linderman, dkk. (2003), menggarisbawahi spesifikasi manajemen mutu dan teknik statistik yang digunakan pada setiap tahap penerapan *six sigma*. *Sigma* adalah standar deviasi dari data dalam ilmu statistik. Selain itu, *sigma* adalah ukuran variabilitas yang memberikan ilustrasi bahwa data tersebut masih dalam distribusi statistik nilai *mean* (rata-rata) (George, dkk., 2004; Harry & Schroeder, 1999;). Arthur (2007) menyatakan bahwa proses 3σ tanpa pergeseran (dalam jangka pendek) pada kurva asli dari distribusi normal standar yang mengarah ke daerah di bawah kurva ke 0,99865 dari total populasi dan ekuivalen dengan nilai DPMO 2.700. Selain itu, pergeseran $\pm 1,5\sigma$, yang mengarah ke daerah di bawah kurva dari 0,93319 dan sesuai DPMO dari 66.800 diasumsikan dari proses jangka panjang pendekatan *six sigma*. Proses $\pm 6\sigma$ tanpa pergeseran (dalam jangka pendek) mengarah ke area di bawah kurva menjadi 0,9999999 DPMO yang sesuai dan 0,002 adalah kurva asli dari distribusi normal standar. Pada proses $1,5\sigma \pm$ ditargetkan akan dicapai dalam jangka panjang sebagai asumsi pendekatan metode *six sigma*. Sehingga, Pyzdek (2003) menekankan daerah di bawah kurva dari 0,999996 dan DPMO yang sesuai adalah 3,4.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di industri makanan. Selanjutnya, dipilih lokasi penelitian pada satu titik pusat lokasi air di ruang produksi yang biasa digunakan untuk proses produksi yaitu air yang keluar dari pipa *reverse osmosis* (RO). Lokasi yang dipilih adalah lokasi yang menghasilkan air dengan kualitas air minum untuk proses produksi sehingga mewakili daerah dengan tingkat potensi penggunaan air untuk produksi. Adanya studi pendahuluan yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas air baku terhadap proses produksi makanan di industri pangan dan belum adanya kajian terhadap kualitas air baku untuk kegiatan proses produksi makanan dengan karakteristik pH, kekeruhan dan kandungan besi dalam air. Data primer mengenai kualitas air baku dilakukan dengan pengambilan sampel terhadap beberapa karakteristik yang digunakan pada penelitian. Karakteristik tersebut saling memiliki hubungan, dimana terjadinya perubahan pH dapat mempengaruhi besarnya kekeruhan dalam air serta kandungan besi. Metode yang digunakan dalam analisa air baku adalah metode yang berdasarkan SNI 01-3554-2006 tentang cara uji air minum dalam kemasan.

Pengambilan sampel air dilakukan selama jam kerja, dan harus seminimal mungkin terhadap risiko kontaminasi. Tempat pengambilan sampel harus dipastikan kering dan bersih, agar air yang diambil tidak terkontaminasi oleh tempat yang digunakan untuk pengambilan sampel air. Data kuantitatif dianalisis dengan bantuan tabel analisis, yaitu tabel distribusi frekuensi. Berdasarkan data dalam tabel analisis, data dianalisis dan diinterpretasikan untuk dapat menjawab permasalahan yang dihadapi. Data kualitatif dipergunakan untuk landasan dalam analisis deskriptif yaitu suatu analisis yang hanya mendeskripsikan karakteristik penelitian dengan cara membandingkan data hasil penelitian. *Software* Minitab digunakan

sebagai alat bantu dalam proses pengolahan data. Faktor-faktor penyebab penyimpangan proses diperoleh dengan *brainstorming* pada beberapa informan kunci di lokasi penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air yang digunakan pada proses produksi akan diuji secara rutin di laboratorium, dan berikut merupakan hasil pengujian air berdasarkan banyak cacat pada parameter pH, kekeruhan, dan kandungan besi yang digunakan untuk memonitoring kualitas air. Data yang didapat merupakan hasil monitoring 12 minggu dari bulan Januari – Maret 2015 yang ditampilkan pada Tabel 1. Sekelompok karakteristik kualitas tersebut dihasilkan pada satu komponen. Sehingga hasil monitoring 12 minggu akan memberikan total sampling sebanyak 1440 sampel.

Tahapan pertama dalam proses *six sigma* adalah *define* yang merupakan tahapan untuk mendefinisikan proses yang akan dibahas sebelum menentukan karakteristik kualitas dan kebutuhan pelanggan yang lain. Dalam

fase *ini* dilakukan penentuan tujuan dari proyek *six sigma*. Dalam penelitian ini yang akan menjadi objek untuk proyek *six sigma* adalah kualitas air RO yang digunakan untuk proses produksi. Untuk memudahkan dalam memahami permasalahan dan tujuan yang akan dicapai maka digunakan diagram SIPOC. Diagram SIPOC untuk pengendalian kualitas air baku ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil pada tahap *define*, selanjutnya dilakukan *measure* merupakan langkah operasional kedua dalam rangka peningkatan kualitas dalam metode DMAIC. Pada tahap ini dilakukan pengukuran dan mengenali karakteristik kualitas kunci kualitas (CTQ). Tahap pengukuran ini sangat penting peranannya dalam meningkatkan kualitas, karena dapat diketahui keadaan perusahaan dari data yang ada sehingga menjadi patokan atau dasar untuk melakukan analisis dan perbaikan.

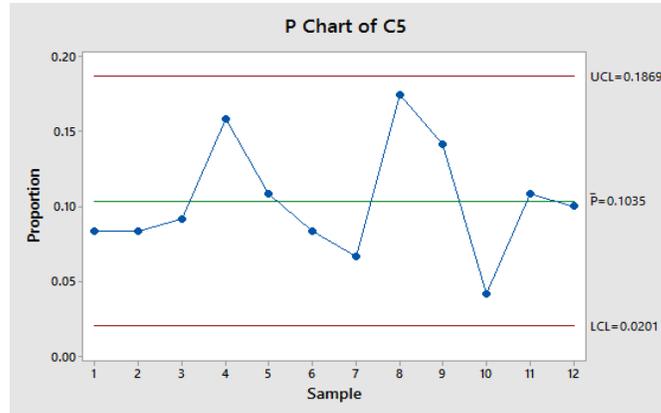
Pada tahap ini dilakukan identifikasi pada karakteristik kualitas yang merupakan bagian terpenting untuk pengendalian kualitas air. Tabel 3 merupakan CTQ (*critical to quality*)

Tabel 1. Pengolahan Data Kualitas Air

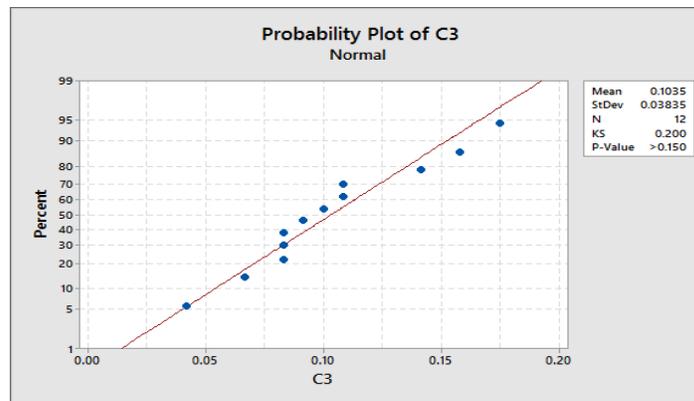
Minggu ke	Jumlah Sampel	Jenis Cacat			Jumlah Sampel Cacat	Persentase Sampel Cacat
		pH Asam	Kekeruhan	Besi Tinggi		
1	120	8	1	1	10	8.33
2	120	7	2	1	10	8.33
3	120	9	1	1	11	9.17
4	120	16	2	1	19	15.83
5	120	10	2	1	13	10.83
6	120	8	1	1	10	8.33
7	120	7	1	0	8	6.67
8	120	16	3	2	21	17.50
9	120	15	1	1	17	14.17
10	120	5	0	0	5	4.17
11	120	11	1	1	13	10.83
12	120	10	1	1	12	10.00
Total	1440	122	16	11	149	
Rata - rata	120	10.17	1.33	0.92	12.42	10.35

Tabel 2. Diagram SIPOC pengendalian kualitas air

<i>Supplier</i>	<i>Input</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>	<i>Customer</i>
• Sumur • PDAM	Air baku	• Menormalkan kadar pH • Filtrasi • Mengurangi kadar besi	• Air purifikasi • Air minum • Air murni	• Kantin • Laboratorium • Departemen produksi



Gambar 1. Grafik kendali *p chart* pada pengujian kualitas air



Gambar 2. Uji normalitas data kualitas air

Tabel 3. Karakteristik CTQ

No	Jenis Cacat	Pengaruh karakteristik cacat
1.	pH air asam	Beberapa senyawa menjadi terlarut atau terendapkan, dan menyebabkan korosi pada sistem perpipaan dari logam.
2.	Air tidak jernih (kekeruhan berlebih)	Kekeruhan terkait dengan kontaminan fisik dan menjadi indikator air tercemar.
3.	Besi tinggi	Besi dalam air dapat menyebabkan rasa menyimpang dan air berwarna coklat.

dari produksi air RO.

Dari pengumpulan data pada Tabel 1 dilakukan perhitungan pada peta kendali yaitu menggunakan *p chart*. Jumlah sampel yang dihasilkan selama 12 minggu adalah sebesar 1.440 dan produk cacat yang dihasilkan sebesar 149. Selanjutnya dibuat peta kendali *p* dengan bantuan *software* Minitab yang ditampilkan pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 diperoleh informasi bahwa batas kendali bawah (LCL) adalah 0,0201, garis pusat adalah 0,1035 dan batas kendali atas (UCL) adalah 0,187. Peta kendali *p* pada

Gambar 1 menjelaskan bahwa proses produksi air RO dengan standar air minum dinyatakan telah stabil (*in control*) akan tetapi pengendalian kerusakan yang stabil masih sangat tinggi yaitu sebesar 10,35%. Hal ini menyatakan bahwa pengendalian kualitas air untuk produksi memerlukan adanya perbaikan untuk menurunkan tingkat kecacatan sehingga mencapai nilai maksimal sebesar 0%.

Data pada peta kendali *p* sudah berada dalam batas kendali, maka untuk mengetahui sejauh mana proses produksi yang ada telah

mencapai hasil yang baik atau tidak akan dilakukan perhitungan kapabilitas proses. Dari hasil perhitungan uji kenormalan data, maka $[F_T - F_S] < 0,375$ yaitu 0,20 sehingga H_0 diterima. Hal tersebut menjelaskan data berdistribusi normal. Adapun data yang telah diuji kenormalannya ditampilkan pada Gambar 2.

Hasil uji kenormalan yang didapat menggunakan bantuan komputerisasi dinyatakan berdistribusi normal karena nilai KS (Kolmogrov-Smirnov) perhitungan adalah 0,200 lebih kecil dari nilai KS pada tabel ($n=12$, $\alpha=5\%$) yaitu 0,375. Perhitungan manual dan komputerisasi menghasilkan nilai yang sama yaitu data berdistribusi normal.

Setelah diketahui bahwa data yang diambil telah terkontrol serta telah berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan pengukuran kapabilitas proses guna mengetahui kondisi aktual dari proses yang sedang berjalan. Hasil kapabilitas proses dapat dihitung dengan perhitungan sebelumnya yaitu pada perhitungan peta kendali p didapat nilai pada garis pusatnya 0,1035. Sehingga perhitungan kapabilitas proses adalah:

Hasil perhitungan kapabilitas proses diperoleh hasil persentase sebesar 89,65%, ini berarti kemampuan proses dalam menghasilkan produk cacat sekitar 10,35%. Keadaan ini belum dapat untuk menghasilkan kualitas produk yang bebas cacat atau *zero defect*. Selanjutnya dilakukan pengukuran kinerja proses.

Perhitungan DPMO (*defect per million opportunities*) merupakan ukuran kegagalan dalam metode DMAIC, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Untuk mengkonversikan hasil perhitungan DPMO menjadi nilai *sigma* dengan *excel*. Hasil dari perhitungan menyatakan bahwa tingkat pencapaian kualitas produksi air RO cukup baik, hal itu dapat dilihat dari pencapaian level *sigma* sebesar 3,3 dengan kemungkinan cacat sebesar 34.491 untuk sejuta produksi. Tetapi perusahaan harus melakukan perbaikan guna menghasilkan produksi air

RO yang berkualitas hingga mendekati level kesempurnaan 6σ . Nilai *sigma* minggu kedua sampai dengan minggu ke 12 ditampilkan pada Tabel 4.

Dari hasil proses *measure*, maka langkah berikutnya adalah proses analisis yang merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Dalam tahapan ini hal yang perlu dilakukan adalah menganalisis hasil yang akan didapat pada tahap *measure*. Dan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan. Pada tahap ini akan dilakukan beberapa hal berikut: mengidentifikasi jenis-jenis cacat yang terjadi dalam bulan Januari–Maret 2015 dan membuat prioritas cacat mana yang memiliki kontribusi dominan terhadap menurunnya kualitas produk secara keseluruhan. Kemudian, menginventarisasi dan menganalisis berbagai akar penyebab masalah dari cacat-cacat yang dominan tersebut, ditinjau dari segi *man*, *machine*, *method* dan *material*. Selain itu, juga dilakukan pencarian penyebab yang paling dominan diantara seluruh daftar akar penyebab masalah diatas.

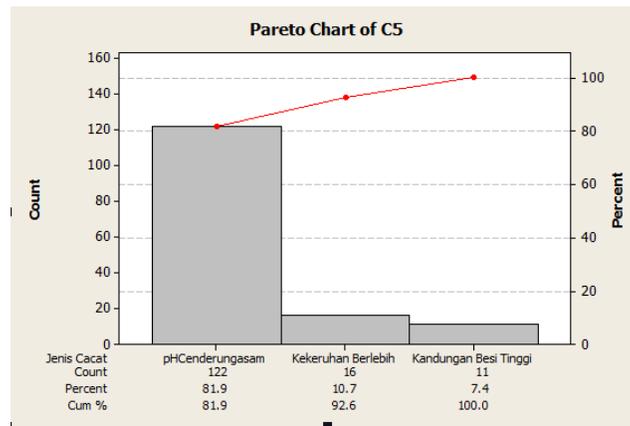
Dengan menggunakan diagram Pareto diketahui jenis cacat penyebab turunnya kualitas pada produksi air RO yang memerlukan prioritas penanganan. Diagram Pareto tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari diagram Pareto yang telah dibuat, dapat diketahui bahwa jenis cacat yang paling utama dilakukan penanganan adalah pH cenderung asam, dilihat dari frekuensi yang cukup besar, dengan persentase 81,9%. Ketiga karakteristik cacat ini merupakan masalah yang harus dipecahkan, tetapi pada penelitian ini hanya menyelesaikan permasalahan kualitas air pada cacat tertinggi berdasarkan analisis dengan diagram Pareto.

Untuk memperlihatkan faktor yang berpengaruh pada kualitas air yang memiliki pH terlalu asam dan menunjukkan faktor-faktor sebab dan akibat dapat digunakan *fishbone* atau diagram sebab akibat.

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai *sigma* dan DPMO

Ke	U	D	O	DPU	TOP	DPO	DPMO	Nilai Sigma
1	120	10	3	0.083	360	0.0277	27778	3.4
2	120	10	3	0.083	360	0.0277	27778	3.4
3	120	11	3	0.092	360	0.0305	30556	3.4
4	120	19	3	0.158	360	0.0527	52778	3.1
5	120	13	3	0.108	360	0.0361	36111	3.3
6	120	10	3	0.083	360	0.0277	27778	3.4
7	120	8	3	0.067	360	0.0222	22222	3.5
8	120	21	3	0.175	360	0.0583	58333	3.1
9	120	17	3	0.142	360	0.0472	47222	3.2
10	120	5	3	0.042	360	0.0138	13889	3.7
11	120	13	3	0.108	360	0.0361	36111	3.3
12	120	12	3	0.100	360	0.0333	33333	3.3
Jml	1440	149						
Rata -rata							34491	3.3



Gambar 3. Diagram Pareto untuk jenis cacat

Tabel 5. Hasil *brainstorming* mengenai cacat pH terlalu asam

No	Pendapat
1.	Material Air PAM tidak sesuai dengan standar
2.	Filter dan pompa tidak beroperasi dengan baik
3.	Tanki Penampungan Air PAM jarang dibersihkan
4.	Longgarnya jadwal maintenance
5.	Pekerja kurang bertanggung jawab
6.	Pekerja kurang pelatihan

Brainstorming dilakukan dengan menggunakan metode kartu dibagikan kepada lima karyawan yang bertanggung jawab terhadap pengolahan air meliputi satu *assistant manager*, dua *supervisor*, dan dua operator. Responden diminta untuk

menuliskan pendapat mereka mengenai faktor penyebab terjadinya cacat pH terlalu asam. Hasil *brainstorming* disajikan dalam Tabel 5. Berdasarkan hasil *brainstorming*, maka tahap selanjutnya adalah membuat diagram *fishbone* untuk memasukan faktor-

faktor tersebut. Berikut ini merupakan diagram *fishbone* yang disajikan pada Gambar 4.

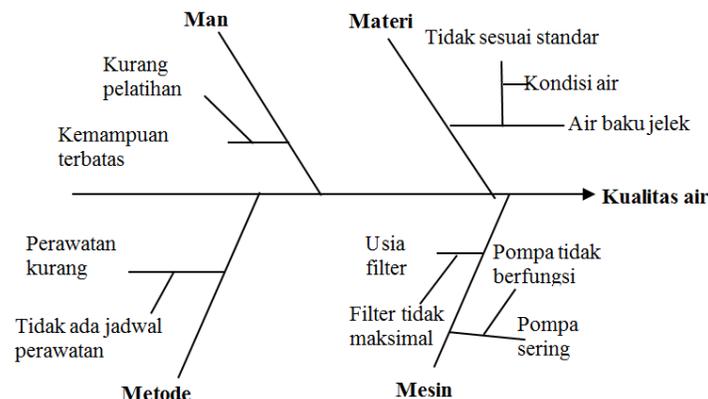
Berdasarkan hasil analisis, maka selanjutnya dilakukan tahap yang keempat dalam *six sigma* yaitu tahap *improve*. Pada tahap ini usaha-usaha peningkatan kinerja kualitas produk dan juga proses dimulai dengan cara memberi bobot kepada setiap tipe modus kegagalan potensial yang dapat menimbulkan cacat pada produksi air RO berdasarkan tingkat keparahan (*severity rate*), tingkat kejadian (*occurrence rate*) serta kemampuan deteksi (*detectability*) untuk menentukan skor prioritas (RPN) sebagai suatu indikator terhadap pembuatan solusi-solusi potensial untuk diaplikasikan dalam bentuk tindakan-tindakan korektif paling awal yang akan dilakukan. Dari hasil perhitungan RPN maka dibuat usulan perbaikan untuk mengurangi cacat dalam proses.

Berikutnya melakukan analisis terhadap modus kegagalan potensial dengan menggunakan metode FMEA. Modus kegagalan potensial adalah suatu bentuk kesalahan yang mungkin terjadi selama kegiatan proses produksi yang dapat menimbulkan kegagalan pada produk untuk memenuhi spesifikasi atau persyaratan tertentu. Tabel 6 menunjukkan FMEA cacat produksi air RO.

Hasil FMEA yang ditampilkan merupakan hasil diskusi dengan para informan kunci yang bertanggung jawab terhadap proses pengolahan air untuk produksi. Informan kunci yang turut serta membantu penulis dalam menentukan nilai setiap modus kegagalan meliputi satu *asistant manager*, dua *supervisor*, dan tiga operator. Hasil akhir dari penilaian tersebut dijadikan sebagai indikator dalam membuat FMEA cacat produksi air RO. Dengan menggunakan FMEA, skor potensial tertinggi akan dipilih sebagai perbaikan yang paling utama atau prioritas.

Apabila dilihat dari Tabel 6, maka prioritas terbesar terhadap risiko pada mode kegagalan yang disebabkan oleh *setting* mesin *filter*, hal ini dapat dilihat pada bobot RPN dari masing-masing mode kegagalan, terlihat bahwa bobot terbesar yakni 630 ada pada mode kegagalan tersebut. karena umur *filter* yang sudah lama dan kurang perawatan dari teknisi.

Setelah melakukan perbaikan pada proses produksi air yaitu melakukan penggantian pada *filter* karbon aktif dan *filter* membran *reverse osmosis*, maka perlu dilakukan perhitungan kembali guna mengetahui kapabilitas proses tersebut sudah baik atau belum. Tabel 7 merupakan data yang didapat setelah melakukan perbaikan.



Gambar 4. Diagram *fishbone* kualitas air

Tabel 6. Analisis FMEA pada cacat produksi air

Modus Kegagalan Potensial	Efek Potensial Modus Kegagalan	Nilai			RPN	Sebab Potensial Modus Kegagalan
		O	S	D		
Material Buruk	Material Air PDAM yang dipakai tidak sesuai dengan standar, menimbulkan penyumbatan di sistem penyaringan berikutnya.	9	3	5	135	Air PAM melewati batas standar air bersih
Setting Mesin	Tanki Penampungan tidak dibersihkan secara rutin dan menimbulkan kualitas air baku menurun.	7	5	3	105	Tidak terjadwalnya pembersihan tanki
	Pompa sentrifugal tidak berfungsi normal mengakibatkan efisiensi pompa menurun	3	7	5	105	Banyaknya slip di dalam pompa
	Umur pakai filter yang melewati batas, menimbulkan hasil produksi air cenderung asam	7	9	10	630	Kurangnya pengawasan terhadap umur pakai filter
Operator Kurang Konsentrasi	Skill dan faktor kelelahan menimbulkan kinerja operator kurang baik terhadap produksi air	2	3	8	48	Pengawasan sistem kerja yang kurang dan lebih menekan terhadap target produksi

Tabel 7. Data pengujian kualitas air setelah fase *improve*

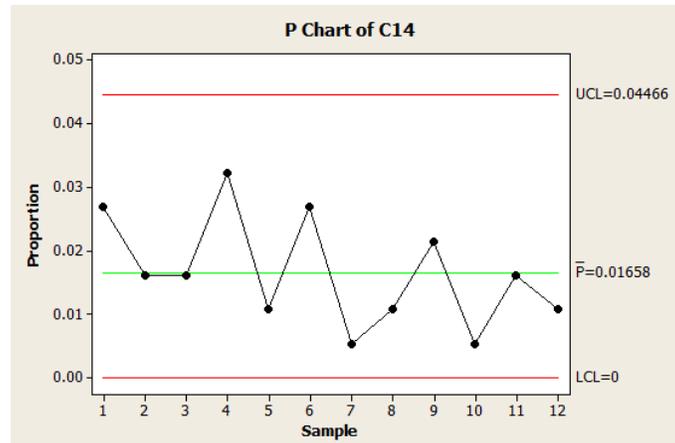
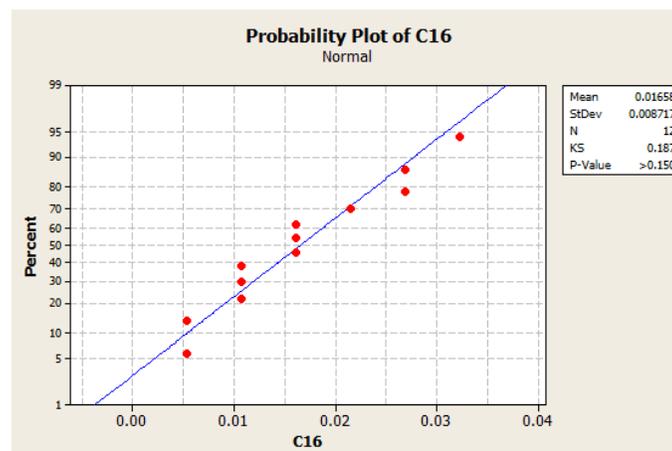
ke	Jumlah Sampel	Jenis Cacat			Jumlah Sampel Cacat	Presentase Sampel Cacat
		pH Asam	Kekeruhan Berlebih	Besi Tinggi		
1	186	3	1	1	5	2,69
2	186	2	1	0	3	1,61
3	186	3	0	0	3	1,61
4	186	4	1	1	6	3,23
5	186	2	0	0	2	1,08
6	186	3	1	1	5	2,69
7	186	1	0	0	1	0,54
8	186	1	1	0	2	1,08
9	186	2	1	1	4	2,15
10	186	1	0	0	1	0,54
11	186	2	1	0	3	1,61
12	186	1	1	0	2	1,08
Total	2232	25	8	4	37	
Rata rata	186	2,08	0,67	0,33	3,08	1,66

Dari hasil pengumpulan data pada Tabel 7, selanjutnya dilakukan analisis *p chart*. Jumlah sampel yang dihasilkan selama 12 minggu adalah sebesar 2232, dan produk cacat yang dihasilkan sebesar 37. Dari data tersebut dibuat peta kendali *p chart* dengan bantuan Minitab yang ditampilkan pada Gambar 5.

Peta kendali *p* pada Gambar 5 menjelaskan, bahwa proses produksi air RO dengan standar air minum dinyatakan stabil (*in control*) dan pengendalian kerusakan yang stabil yaitu sebesar 1,66% lebih kecil dari proses produksi sebelum perbaikan. Data

pada peta kendali *p* sudah berada dalam batas kendali, maka selanjutnya menghitung uji kenormalan untuk mengetahui kenormalan data dan kapabilitas proses setelah perbaikan.

Dari hasil perhitungan uji kenormalan data, maka $[F_T - F_S] < 0,375$ sehingga H_0 diterima. Hal tersebut menjelaskan bahwa data berdistribusi normal. Adapun data yang telah diuji kenormalannya ditampilkan dalam bentuk Gambar 6. Data diatas dapat dikatakan berdistribusi normal karena nilai KS (Kolmogrov-Smirnov) perhitungan adalah 0,187 lebih kecil dari nilai KS pada tabel ($n=12, \alpha=5\%$) yaitu 0,375.

Gambar 5. P-chart jumlah cacat produk setelah fase *improve*Gambar 6. Uji kenormalan data setelah *improve*Tabel 8. Perbandingan hasil sebelum dan setelah *improve*

Simbol	Keterangan	Definisi	Sebelum <i>Improve</i>	Setelah <i>Improve</i>
U	Unit	Total sampel	1440	2232
D	<i>Defect</i>	Total cacat	149	37
O	<i>Opportunity</i>	Total jenis cacat	3	3
DPU	<i>Defect per unit</i>	D / U	0,1035	0,01658
TOP	<i>Top of opportunity</i>	U x O	4320	6696
DPO	<i>Defect per opportunity</i>	D / TOP	0,034491	0,005526
DPMO	<i>Defect per million</i>	DPU x 1000000	34491	5526
Nilai Sigma		$= \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO})/1000000) + 1.5$	3,3	4,09

Setelah diketahui bahwa data yang diambil telah terkontrol serta telah berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan pengukuran kapabilitas proses guna mengetahui kondisi aktual dari proses yang sedang berjalan.

Hasil kapabilitas proses dapat dihitung dengan perhitungan sebelumnya yaitu pada perhitungan peta kendali P didapat nilai pada garis pusatnya 0,01658. Sehingga perhitungan kapabilitas proses diperoleh nilai

persentase sebesar 98,34% ini berarti kemampuan proses dalam menghasilkan produk cacat sekitar 1,66%. Keadaan ini lebih baik, tetapi dengan tingkat kapabilitas ini proses masih belum dapat untuk menghasilkan kualitas produk yang bebas cacat atau *zero defect*.

Selanjutnya menghitung kembali kinerja proses. Perhitungan DPMO (*defect per million opportunities*) merupakan ukuran kegagalan dalam metode DMAIC, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan.

Pada tahapan sesudah *improve* adalah fase *control*. Fase ini merupakan fase terakhir dalam proyek peningkatan *six sigma*. Dalam fase ini seluruh usaha peningkatan yang ada di kendalikan (simulasi) atau dicapai secara teknis dan seluruh usaha tersebut kemudian didokumentasikan dan disebarluaskan atau disosialisasikan ke segenap karyawan perusahaan.

Proses *control* dalam waktu yang panjang tidak dapat, namun sebagai gambaran bahwa proses perbaikan pada *filter* RO telah berhasil dapat dilihat pada Tabel 8 yang menunjukan perbandingan nilai sigma sebelum dan sesudah perbaikan.

IV. SIMPULAN

Kebutuhan terhadap kuantitas dan kualitas air bersih mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan disemua aspek kehidupan. Pada industri makanan, air memegang peranan yang sangat penting dalam proses produksinya. Kualitas air pada industri makanan dapat memberikan dampak yang baik maupun tidak baik bagi industri tersebut. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan hasil pengujian kualitas air baku pada proses produksi memiliki kapabilitas 89,65% yang akan menghasilkan kegagalan proses lebih dari 6210 ppm atau setara dengan nilai sigma 3,3. Selanjutnya, evaluasi terhadap pengendalian kualitas air yaitu hasil dari diagram pareto bahwa kualitas air memiliki pH cenderung asam

dan melakukan perbaikan dari hasil analisis diagram fishbone, hasil perbaikan yang dilakukan adalah dengan melakukan perbaikan pada filter karbon aktif dan filter reverse osmosis dengan nilai RPN tertinggi sehingga kondisi proses setelah mengalami perbaikan, dimana terjadi penurunan kegagalan proses dan peningkatan nilai kemampuan proses. Hal ini menunjukkan bahwa proses yang ada mampu memenuhi batas spesifikasi dan merupakan proses dengan tingkat kapabilitas yang tinggi. Sebagai tambahan, kondisi setelah perbaikan menghasilkan nilai sigma saat ini 4,09. Sehingga proses produksi dapat berjalan dengan efisien dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, J. (2007). *Lean Six Sigma Demystified*. United States: McGraw-Hill.
- Calia, R.C.; Guerrini, F.M.; de Castro, M. (2009). "The impact of six sigma in the performance of a pollution prevention program". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, pp.: 1303 – 1310.
- Gaspersz, V. (2008). *The Executive Guide To Implementing Lean Six Sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- George, M.L.; Rowlands, D.; Kastle, B. (2004). *What is Lean Six Sigma*. New York: McGraw-Hill.
- Judi, H.M.; Jenal, R.; Genasan, D. (2011). *Quality Control Implementation in Manufacturing Companies: Motivating Factors and Challenges, Applications and Experiences of Quality Control*. Edited Prof. Ognyan Ivanov (Ed.), ISBN: 978-953-307-236-4, InTech.
- Harry, M.; Schroeder, R. (1999). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York: Doubleday.
- Linderman, K.; Schroeder, R.G.; Zaheer, S.; Choo, A.S. (2003). "Six sigma: a goal-theoretic perspective". *Journal of Operations Management*, Vol. 21, pp.:193 – 203.
- Nasution, M.N. (2004). *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Park, S.H. (2002). "Six sigma for productivity improvement: Korean business corporations". *Productivity Journal*, Vol. 43, pp.: 173 – 183.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook Revised and Expanded*. United States: McGraw-Hill.
- Rimantho, D.; Cahyadi, B. (2016). "Six sigma method approach in the prevention of occupational accidents on the solid waste collector in South Jakarta". *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 11 (16), pp.:.
- Romadianti, D. (2005). *Kualitas Air Dalam Produksi Tepung Tapioka di PT. Sukoharjo Makmur Abadi Jawa Tengah*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Sanjit, R.; Prasun, D.; Bhattacharya, B.K. (2011) "Prevention of industrial accidents using Six Sigma approach", *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 2 (3), pp. 196 – 214.
- Suprihatin, S. (2004). *Keamanan Air Minum Isi Ulang*, terdapat di: www.kompas.com/kompas-cetak/0401/07/inspirasi/785616.htm - 41k - (Diakses pada Februari 2016)
- Suprihatin, S.; Suparno, O. (2013). *Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri*. Cetakan Pertama. Bogor: Penerbit IPB Press.